Cetak Biru Kota Cerdas dari Jepang

— Dari Negeri Terdepan dalam Tantangan menuju Negara-Negara Bertumbuh —

Matrix of Cyber Smart City Consortium (MCSCC)

Yoshihisa Toyosaki, Direktur Representatif dan Arsitek Kota Cerdas

Edisi Revisi, Oktober 2026

Cetak Biru Kota Cerdas dari Jepang

— Dari Negeri Terdepan dalam Tantangan menuju Negara-Negara Bertumbuh —

Matrix of Cyber Smart City Consortium (MCSCC) Yoshihisa Toyosaki, Direktur Representatif dan Arsitek Kota Cerdas

Edisi Revisi, Oktober 2026

Edisi revisi ini menambahkan bukti kuantitatif dari laporan proyek nasional Kementerian Pertanahan, Infrastruktur, Transportasi, dan Pariwisata (MLIT), Badan Sumber Daya Energi (Agency for Natural Resources and Energy/ANRE), Kantor Kabinet, dan instansi terkait ke setiap bab, serta mempertajam uraian mengenai struktur pelaksanaan dan bentuk penerbangan berdasarkan sumber primer. Setiap angka dibedakan sebagai nilai terukur, perkiraan, target, atau statistik eksternal.

Daftar Isi

- Pendahuluan — Apa itu MCSCC?
- Bab 1. Filsafat Desain: Kota Cerdas sebagai Industri Data Masa Depan
- Bab 2. Model Masuda: Pembuktian Konsep di Komunitas Terdepan Tantangan (Kota Masuda, Shimane)
- Bab 3. Pemanfaatan Data Kesehatan: Perangkat Wearable dan Kedokteran Komunitas
- Bab 4. Implementasi di Udara: Inspeksi Infrastruktur dengan Drone dan Reformasi Regulasi (Nagasaki)
- Bab 5. Merancang untuk Kepulauan: Konsep Nagasaki Island MaaS dan AI Fisik
- Bab 6. Implementasi di Asia: Indonesia
- Bab 7. Ekspansi ke Eropa: Bulgaria / Perluasan Ikatan Akademik: Vietnam
- Bab 8. Usulan: Merancang Kota Cerdas sebagai "Industri Masa Depan"
- Lampiran: Daftar Bukti Kuantitatif (Sampel) / Sumber Primer Utama / Linimasa MCSCC / Tentang MCSCC

Pendahuluan — Apa itu MCSCC?

Matrix of Cyber Smart City Consortium (MCSCC), didirikan pada tahun 2018, adalah konsorsium kota cerdas berorientasi implementasi yang mempertemukan industri, pemerintah, dan akademisi. Pada Mei 2019, usulannya terpilih sebagai satu dari hanya lima belas "Proyek Model Perintis" dalam Program Model Kota Cerdas Kementerian Pertanahan, Infrastruktur, Transportasi, dan Pariwisata Jepang (MLIT), dengan Kota Masuda sebagai lokasi uji — sebuah proyek model nasional yang bertujuan mewujudkan masyarakat sistem siber-fisik (CPS) melalui IoT, mencakup lingkungan, pencegahan bencana, kesejahteraan, dan infrastruktur sosial.

MCSCC membuktikan konsep di komunitas lokal Jepang — negeri yang terdepan dalam tantangan sosial dunia — dan mengimplementasikannya di negara-negara bertumbuh di Asia dan Eropa.

Wilayah-wilayah Jepang berada di garis depan tantangan global: masyarakat super-menua, biaya medis yang meningkat, penurunan dan pengosongan populasi, serta infrastruktur yang menua. MCSCC memperlakukan "keunggulan dalam tantangan" ini sebagai aset. Solusi yang teruji di tempat tantangannya paling tajam dapat diekspor ke negara-negara bertumbuh yang akan menghadapi tantangan yang sama berikutnya. Pembuktian konsep dilakukan di Jepang; implementasi dilakukan di seluruh dunia. Itulah struktur dasar MCSCC.

Pendekatan kami memiliki tiga ciri khas. Pertama, **R (riset) sebelum D (pengembangan)**: kami mulai dari penyelidikan lapangan, bukan dari teknologi. Kedua, **orientasi yang berpusat pada manusia dan pemecahan masalah**. Ketiga, kami merancang kota sebagai **arsitektur yang bertumpu pada semikonduktor** — sensor, jaringan, platform data, dan otak kota (AI) diperlakukan sebagai satu sistem.

Kisah dalam buku ini memiliki satu poros geografis dan historis: **Masuda → Nagasaki → Indonesia**. Proyek Masuda bukanlah inisiatif yang berakhir sebagai pembuktian konsep di sebuah kota daerah di Jepang. Sejak awal, proyek ini dirancang untuk menciptakan “pola” solusi yang dapat diterapkan di negara-negara berkembang yang kelak akan menghadapi tantangan yang sama. Nagasaki adalah simpul yang membawa pola itu ke dunia. Ia bukan sekadar tahap berikutnya dalam pengembangan domestik. Berangkat dari kota yang pada zaman Edo terhubung dengan Batavia (kini Jakarta) melalui Dejima, desain MCSCC adalah mengikat kembali hubungan historis dengan Indonesia dan Vietnam sebagai “kemitraan kota internasional” modern. Indonesia adalah ladang utama tempat pola tersebut diimplementasikan dan pijakan untuk memperluasnya ke Vietnam dan tempat lain. Setiap bab buku ini dimaksudkan untuk dibaca mengikuti alur tersebut.

Di ujung alur itu, MCSCC menempatkan dua hub internasional. **Hub Asia adalah Indonesia, dan Hub UE adalah Bulgaria.** Di Indonesia, kami menumbuhkan implementasi perkotaan

serta sirkulasi sumber daya manusia dan industri; Bulgaria menjadi pintu masuk ke kebijakan, industri, dan akademisi Eropa. Di masa depan, peleburan dua hub ini akan membentuk satu jaringan tempat pengetahuan, teknologi, dan sumber daya manusia Asia dan Eropa berputar. Inilah visi besar dan strategi MCSCC.

Bab 1. Filsafat Desain: Kota Cerdas sebagai Industri Data Masa Depan

Inti filsafat MCSCC adalah mendefinisikan kota cerdas sebagai **perwujudan sistem siber-fisik (CPS)**. Sebuah kota adalah "lapisan" yang menghasilkan data dalam jumlah besar — tentang kesehatan, mobilitas, infrastruktur, dan energi — dan kota cerdas adalah sirkulasi yang mengumpulkan data itu, mengolahnya, dan mengembalikannya ke cara kota dijalankan. Kami menyebutnya **industri data masa depan**.

Sistem ini berlapis:

1. **Lapisan tepi** — perangkat wearable, sensor lingkungan, drone, dan kendaraan: titik masuk yang menghasilkan dan mengumpulkan data.
2. **Lapisan saraf** — jaringan serat optik, LPWA, 5G, dan platform keterhubungan data seperti city OS.
3. **Lapisan otak ("otak siber" / cyber brain / otak kota)** — pusat data AI, yang diimplementasikan di dalam kota, mengolah data yang terkumpul dan mengembalikan keputusan. Di sinilah semikonduktor dikonsumsi dalam volume yang sangat besar.
4. **Lapisan anggota tubuh** — robot dan humanoid (AI fisik), yang mengeksekusi keputusan otak di dunia fisik.
5. **Lapisan antariksa** — satelit penentuan posisi dan konstelasi orbit rendah bumi, yang mendukung sistem saraf kota dari orbit di tempat jaringan darat tidak dapat menjangkau — atau ketika bencana melumpuhkannya.

Lapisan antariksa bukan sekadar konsep; ia memiliki rekam jejak demonstrasi. Bertumpu pada teknologi radio antariksa yang dikembangkan oleh JAXA dan Advanced RF Design, sejak 2017 kami melakukan evaluasi darat atas "Hyper LPWA" — lima kali daya RF LoRa standar, yang secara teoretis menghubungkan sekitar 20 km — dan merancang aplikasi seperti pelampung laut cerdas yang mengumpulkan data suhu air untuk perikanan. Untuk penentuan posisi, kami mengadopsi Sistem Satelit Kuasi-Zenith Jepang (Michibiki / QZSS) untuk patroli jalan di Masuda, dan membuktikan dalam pengemudian nyata bahwa satelit yang selalu berada dekat zenith menjaga jejak kendaraan tetap dapat diperoleh di medan pegunungan tempat GPS saja kehilangan sinyal. Ke depan, kami membayangkan dunia di mana terminal kota terhubung langsung dengan stasiun di antariksa, mengurangi ketergantungan pada infrastruktur darat.

Kota cerdas di darat dan infrastruktur komunikasi/data di antariksa terhubung dalam satu cetak biru.

Otak ini bukanlah kata baru bagi MCSCC. Sejak 2018, kami mengadopsi FIWARE — platform IoT sumber terbuka yang dikembangkan dalam program FI-PPP Eropa — dan menjalankan pembuktian konsep awal sebagai "MCSCC FIWARE, fondasi Otak Kota Siber": desain lintas domain yang mengumpulkan data dari berbagai bidang melalui API terbuka terstandarisasi (NGSI), server IoT aman yang mengolah data dalam keadaan terenkripsi, serta penempatan pusat data yang mencakup Kota Nagasaki dan Minato, Tokyo — distrik Dejima, jendela bersejarah Jepang ke dunia. Implementasi server juga berjalan dalam konteks Proyek Model Perintis MLIT. Prototipe dari apa yang kini kami sebut otak siber berdiri di sini.

Kerangka ini menjelaskan ledakan permintaan semikonduktor AI baru-baru ini. Lomba membangun pusat data AI adalah lapisan otak kota cerdas yang tumbuh mendahului kotanya sendiri. Lapisan tepi bangkit perlahan, mengikuti irama implementasi lokal. Otak tumbuh lebih dulu; tubuh menyusul. Merancang keseluruhannya — dengan semikonduktor sebagai teknologi fondasinya — adalah pekerjaan kota cerdas.

Bidang kegiatan MCSCC — strategi industri semikonduktor, data kesehatan dari perangkat wearable, inspeksi infrastruktur dengan drone, dan implementasi perkotaan di Indonesia — oleh karena itu bukanlah usaha-usaha yang terpisah. Masing-masing menempati satu lapisan dari satu cetak biru.

Alur Desain: Masuda → Nagasaki → Asia

Cetak biru ini juga mempunyai alur spasial. Polanya lahir di Masuda. Meskipun merupakan kota pegunungan dan pedalaman berpenduduk sekitar 45.000 jiwa, Masuda telah lebih dulu menghadapi hampir semua tantangan — masyarakat super-menua, layanan medis, kerusakan oleh satwa liar, dan infrastruktur yang menua. Ia adalah “ladang eksperimen tantangan.” Pola yang dibuat di sana sejak awal tidak dimaksudkan hanya untuk penggunaan domestik. Pola itu dirancang dengan melihat tantangan yang akan dihadapi negara-negara berkembang, lalu diasah menjadi bentuk yang murah, dapat dipelihara, dan dapat dioperasikan oleh sumber daya manusia setempat. Menciptakan prototipe dengan negara-negara berkembang dalam pikiran — itulah kedudukan Masuda.

Pola itu terhubung dengan dunia di Nagasaki. Nagasaki sekaligus merupakan miniatur Jepang dalam gugus pulau-pulau terpencilnya dan satu dari sedikit kota Jepang yang sepanjang sejarah terhubung langsung dengan dunia, termasuk dengan Batavia melalui Dejima. Simposium Ekonomi, Industri, dan Sumber Daya Manusia Indonesia yang diselenggarakan bersama oleh Prefektur Nagasaki dan MCSCC (Februari 2026, Dejima Messe Nagasaki), serta surat resmi dari Kawasan Metropolitan Rebana kepada Gubernur Nagasaki, melambangkan peran Nagasaki sebagai simpul yang menghubungkan kembali ikatan historis itu sebagai kemitraan kota

internasional modern. Implementasi di Nagasaki, seperti drone dan Island MaaS, juga merupakan pembuktian atas teknologi dan sumber daya manusia yang berkumpul di simpul ini.

Pola tersebut kemudian diimplementasikan di Asia. Di Indonesia, implementasi berjalan berdasarkan perjanjian dengan pemerintah daerah, lembaga riset nasional, universitas, dan perusahaan setempat; di Vietnam, dialog telah dimulai melalui kemitraan akademik. Dibuat di Masuda, dihubungkan di Nagasaki, dan diimplementasikan di Asia. Alur inilah desain spasial MCSCC.

Titik akhir pengembangan internasional bukanlah ekspansi ke satu wilayah saja. MCSCC menempatkan Indonesia sebagai Hub Asia dan Bulgaria sebagai Hub UE (Uni Eropa). Di Hub Asia tumbuh lokasi implementasi perkotaan dan pasar yang berkembang; di Hub UE terbentuk jaringan kebijakan, akademisi, dan industri. Dengan melebur kedua hub ini di masa depan, pola yang lahir di Masuda akan diuji dan disempurnakan di Asia maupun Eropa, lalu mengalir kembali ke Jepang dan dunia. Bukan menghubungkan wilayah-wilayah sebagai titik, melainkan menghubungkan hub dengan hub untuk menciptakan suatu bidang. Inilah visi MCSCC untuk mengangkat kemitraan kota internasional menjadi strategi industri.

Secara spasial, cetak biru ini bermuara pada satu gagasan: **peleburan kawasan metropolitan dan perdesaan**. Tantangan menajam lebih dulu di perdesaan, sementara modal dan otak terakumulasi di metropolis. Jika dibiarkan, ketimpangan itu membuat perdesaan merosot dan membuat kota tidak siap menghadapi tantangan masa depannya sendiri. Metode MCSCC berjalan sebaliknya. Komunitas perdesaan adalah ajang pembuktian tempat prototipe solusi lahir; kawasan metropolitan adalah panggung tempat pola-pola itu diimplementasikan dalam skala besar. Pola pemantauan dan pencegahan bencana yang lahir di Masuda terhubung ke desain perkotaan Kawasan Metropolitan Rebana, sementara teknologi dan modal yang tumbuh di lapisan otak kota-kota mengalir kembali untuk menopang implementasi di perdesaan. Kota dan desa bukanlah lawan. Keduanya adalah organ dari satu sirkulasi data, yang hidup dalam kecepatan yang berbeda. Masyarakat digital masa depan, pada akhirnya, adalah masyarakat yang berhasil merancang peleburan ini.

Bab 2. Model Masuda: Pembuktian Konsep di Komunitas Terdepan Tantangan (Kota Masuda, Shimane)

Prototipe metodologi MCSCC berawal di Kota Masuda, Prefektur Shimane, pada tahun 2016. Penting untuk ditegaskan bahwa inisiatif ini sejak awal tidak dirancang untuk selesai sebagai “pembuktian konsep daerah.” Yang dibuat di Masuda bukanlah sistem hanya untuk daerah-daerah Jepang. Ia adalah sebuah “pola” yang dapat diekspor ke negara-negara berkembang yang

kelak akan menghadapi tantangan penuaan penduduk, biaya medis, dan pemeliharaan infrastruktur. Dapat dibangun dengan murah, dapat dipelihara oleh sumber daya manusia setempat, dan dampaknya dapat ditunjukkan dengan angka — karena alasan inilah pembuktian konsep di Masuda sangat memperhatikan biaya dan data kuantitatif. Dikenal sebagai **Model Masuda**, inisiatif ini terpilih pada 31 Mei 2019 sebagai satu dari lima belas "Proyek Model Perintis" dalam Program Model Kota Cerdas MLIT, dan diadopsi selama tiga tahun berturut-turut, 2019–2021. Signifikansinya terletak pada sebuah kota perdesaan yang berdiri di antara lima belas yang terpilih secara nasional: di samping demonstrasi metropolitan, seleksi nasional itu menegaskan klaim MCSCC bahwa kota lokal terdepan tantangan — bukan hanya kota besar — dapat menjadi prototipe kota cerdas.

Metodenya patut dicatat. Sebelum layanan dimulai, MCSCC menyampaikan sebelas program pendidikan kepada komunitas selama kurang lebih dua setengah tahun, tanpa biaya, tanpa menerima apa pun dari kota — investasi R&D sektor swasta yang dilakukan mendahului kontrak apa pun. Kami tidak mulai dengan penawaran penjualan; kami mulai dengan menumbuhkan pemahaman dan sumber daya manusia setempat. Urutan itulah yang menentukan keberlanjutan segala yang menyusul.

Fondasinya adalah jaringan serat optik ke seluruh kota dan konektivitas LPWA (low-power wide-area).

Demonstrasi berskala penuh pertama di atas fondasi itu adalah pencegahan bencana. "Sistem IoT Pemantauan Ketinggian Air Sungai Perkotaan" (Juli 2017 – Februari 2019) menangani luapan balik dan banjir pada saluran yang terhubung ke Sungai Takatsu: modul IoT yang menggabungkan sensor tekanan absolut OMRON dengan LPWA berbasis LoRa dipasang di lebih dari selusin titik, menghimpun ketinggian air ke server yang menganalisis potensi banjir. Proyek ini — Architect Grand Design, OMRON, Shimane Masuda Electronics, Universitas Keio, dan lainnya — menuai penilaian berikut dari divisi penanggung jawab kota: "Tanpa pergi ke lokasi, kami dapat menilai dengan angka, bukan dengan rasa, dan mengoperasikan pintu air dengan cepat. Ada dan tidak adanya sistem ini membuat respons yang sama sekali berbeda." Sistem ini tetap dioperasikan oleh kota setelah demonstrasi, dan menerima penghargaan Asosiasi Promosi R&D YRP (kasus yang direkomendasikan) pada 2018. Untuk basis komunikasi, sebuah kelompok kerja juga mengkaji jaringan LPWA mandiri untuk seluruh Kota Masuda, termasuk teknologi platform regional tahan bencana dari NICT (NerveNet dan LoRa privat).

Di atas fondasi ini, layanan diimplementasikan tantangan demi tantangan: manajemen kesehatan warga melalui pemantauan tekanan darah (dimulai di tempat kerja pada 2018, diperluas ke 1.000–2.000 warga sejak 2019); dan pemantauan jalan oleh mobil patroli yang membawa 31 sensor.

Pemantauan warga lanjut usia dengan demensia yang berjalan keluar rumah sendiri berawal sebagai permintaan dari lapangan. Atas permintaan Kantor Polisi Masuda, sebuah kelompok

kerja yang terdiri dari MCSCC, Divisi Kesejahteraan Lansia kota, dan kantor polisi dibentuk pada April 2019, dan melakukan verifikasi lapangan pelacakan GPS di empat lokasi di kota, menghubungkan praktik pencarian dengan teknologi. Riwayat ini juga tercatat secara tertulis dalam laporan TA2020 kepada MLIT (hlm. 52), yang menyatakan bahwa pembuktian konsep itu berawal dari permintaan Kantor Polisi Masuda. Tantangannya ditetapkan bukan dengan menawarkan teknologi, melainkan dengan menjawab permintaan dari garis depan — polisi — sebuah ungkapan nyata metodologi R-sebelum-D kami.

Pembuktian konsep di Masuda juga tumbuh menjadi kolaborasi antarkota. Sejak 2018, bersama Kota Yatsushiro di Prefektur Kumamoto, MCSCC menjalankan proyek "IoT Pertanian Cerdas (penanggulangan kerusakan satwa liar)". Kerusakan tanaman oleh satwa liar mencapai sekitar ¥16,4 miliar pada TA2017 (statistik eksternal dari Kementerian Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan), dengan rusa, babi hutan, dan monyet menyumbang sekitar 70 persen — sementara di komunitas pegunungan, orang-orang yang melakukan penanggulangan itu sendiri menua dan berkurang. MCSCC membentuk Kelompok Kerja IoT Satwa Liar (Architect Grand Design, Advanced RF Design, NEC Solution Innovators, Suematsu Electronics, National Institute of Technology Kumamoto College, Kota Masuda, dan lainnya) dan merancang sistem hemat tenaga yang menggabungkan pagar listrik dengan nirkabel LPWA. Setelah pemasangan dan pembinaan di distrik Shinmasa, Masuda, pembuktian konsep MLIT melaporkan bahwa pada petak sasaran (30 a), panen yang pada tahun sebelumnya turun hingga sekitar 30 persen dari tingkat tanpa kerusakan akibat satwa liar pulih menjadi “hampir tanpa kerusakan” melalui pemeliharaan yang tepat berbasis pemantauan (laporan TA2020, hlm. 52). Di samping kesehatan, lahan pertanian adalah ajang pembuktian lain dari lapisan tepi.

Satu demonstrasi lagi melintasi lapisan-lapisan: Pemantauan Hutan Cerdas dan Pencegahan Bencana. MCSCC membentuk kelompok kerja dengan Koperasi Kehutanan Takatsugawa, berkonsultasi dengan Kokusai Kogyo mengenai penginderaan jauh, dan memasang "tiang cerdas" di distrik Mitsuboshi, Masuda, memperlakukan pemantauan hutan dan pencegahan bencana sebagai satu masalah. Dengan menggabungkan pengamatan dari antariksa (penginderaan jauh), drone di udara, sensor di darat, dan pengetahuan lapangan dari koperasi kehutanan yang tenaga kerjanya menua, demonstrasi ini — yang dilaksanakan dalam konteks Proyek Model Perintis MLIT — adalah salah satu upaya paling awal di Jepang dalam "antariksa × pencegahan bencana × pengelolaan hutan." Pegunungan dan hutan bukanlah pemandangan di luar kota: mereka adalah sumber air, titik awal bencana, dan penyerap karbon. Memperluas sirkulasi data hingga ke lapisan perdesaan yang terdalam adalah syarat dari peleburan yang kami rancang.

Model Masuda juga mengajarkan pelajaran tentang struktur biaya. Umumnya dikatakan bahwa pengenalan dan pengoperasian city OS berskala besar memerlukan biaya sangat besar dan mudah menjadi beban berlebihan bagi pemerintah daerah dengan anggaran tahunan sekitar

¥20 miliar. MCSCC telah mengangkat persoalan ini secara langsung, termasuk kepada Menteri Transformasi Digital pertama Jepang. Sebaliknya, biaya platform bersama yang dibangun dalam pembuktian konsep MLIT (model 10 stasiun pangkalan LPWA) diperkirakan hanya sekitar ¥1,45–1,57 juta untuk biaya awal dan sekitar ¥54.000–204.000 per tahun untuk biaya berjalan (laporan TA2020, nilai Perkiraan; hanya bagian bersama, tidak termasuk terminal dan aplikasi). Kota cerdas untuk komunitas perdesaan tidak dapat menjadi salinan berskala kecil dari sistem metropolitan; ia harus dirancang untuk keuangan lokal dan masyarakat setempat.

Bukti Kuantitatif (Bab 2, Sampel)

Angka-angka utama dari laporan kepada MLIT adalah sebagai berikut, dengan jenisnya dinyatakan secara tegas.

- **Jangkauan LPWA (Terukur)**: pemancar LPWA berdaya sangat rendah mencapai 200–300 m di kawasan perkotaan pada keluaran 2 mW dan sekitar 1 km pada keluaran 20 mW (laporan tambahan TA2019, hlm. 24, 28).
- **Daya tahan baterai pemancar pemantauan (Terukur / spesifikasi)**: sekitar 100 hari untuk terminal model yang mengeluarkan 2 mW dan 20 mW secara bergantian. Dibandingkan dengan pelacak GPS yang harus diisi ulang setiap beberapa hari, perbedaan beban operasionalnya besar (laporan yang sama, hlm. 24).
- **Biaya tahunan pemantauan lansia (Perkiraan)**: sekitar ¥693.000–783.000 per tahun untuk konfigurasi 12 stasiun pangkalan dan 2 set penerima bergerak (laporan yang sama, Tabel 5-5 dan Tabel 5-6).
- **Biaya pemantauan bayi dan balita (Perkiraan)**: untuk model yang memasang masing-masing 2 unit di 29 tempat penitipan anak di kota dan berbagi informasi dengan institusi medis, totalnya sekitar ¥2,41 juta per tahun, atau sekitar ¥83.000 per tempat penitipan anak per tahun (laporan yang sama, Tabel 5-7).
- **Biaya platform bersama (Perkiraan)**: untuk model 10 stasiun pangkalan LPWA, biaya awal sekitar ¥1,45–1,57 juta dan biaya berjalan sekitar ¥54.000–204.000 per tahun. Beban CPU server ketika dua layanan terhubung secara bersamaan tetap hanya beberapa persen atau kurang (Terukur; laporan TA2020, hlm. 23, 48).
- **Tiang cerdas (Terukur)**: data posisi dan kemiringan diperoleh setiap 30 menit selama sekitar dua bulan tanpa kehilangan. Penerimaan data dari drone terkonfirmasi pada jarak garis lurus sekitar 800 m meskipun keluaran sangat rendah (sekitar 2 mW), yaitu empat kali kriteria evaluasi 200 m (laporan yang sama, hlm. 26, 30–31).
- **Pemantauan jalan (Terukur)**: diagnosis dibuat sepenuhnya otomatis dan diterapkan sistem yang memungkinkan tingkat kerusakan dipahami dalam waktu 24 jam setelah patroli (laporan yang sama, Lampiran 5-4). Indikator evaluasi mengikuti Pedoman Inspeksi Perkerasan Jalan MLIT.

- **Penciptaan nilai pagar listrik (Perkiraan)**: pada petak sasaran seluas 30 a, pemulihan panen sekitar ¥540.000 dan pengurangan pekerjaan pemeriksaan (sekitar 100 jam per tahun) sekitar ¥260.000 digabungkan menjadi penciptaan nilai sekitar ¥800.000 per tahun (laporan yang sama, hlm. 52).

Perlu dicatat bahwa untuk waktu pencarian lansia dan tingkat pengurangan waktu kerja pemantauan bayi dan balita, KPI kota menetapkan Target (waktu pencarian dalam 3 jam dan pengurangan waktu kerja sebesar 20 persen, keduanya untuk TA2024), tetapi laporan tidak menyajikan nilai Terukur untuk tingkat pengurangan itu sendiri. Buku ini tidak mencampuradukkan Target dengan nilai Terukur.

Bab 3. Pemanfaatan Data Kesehatan: Perangkat Wearable dan Kedokteran Komunitas

Pekerjaan kami dalam data kesehatan berawal dengan Proyek Promosi Layanan Kesehatan Cerdas Kota Masuda, yang dimulai pada 2018. Proyek itu sekaligus merupakan program implementasi dan studi riset medis pertama di Jepang yang menghimpun data tekanan darah rumah melalui jaringan IoT untuk analisis medis. Proyek ini dimulai di Masuda pada 20 Juli 2018, dengan pengukuran yang dimulai Oktober tahun itu. Motivasinya sangat jelas: insidensi dan mortalitas strok di Masuda melampaui rata-rata nasional, dan sekitar 60 persen pasien strok memiliki hipertensi.

Metodenya menghimpun bacaan tekanan darah rumah melalui jaringan IoT. Peserta mengukur tekanan darah mereka pagi dan malam, bersama tingkat aktivitas dan rasio natrium/kalium urin; data dianalisis di Universitas Shimane dan dikembalikan sesuai pedoman Perhimpunan Hipertensi Jepang. Konsorsium ini mempertemukan Kota Masuda, Asosiasi Medis Masuda, Universitas Shimane, dan OMRON Healthcare, bersama peneliti hipertensi terkemuka dari Shiga University of Medical Science dan Universitas Tohoku. Proyek ini berawal dengan 306 peserta dari tempat kerja dan diperluas menuju 1.000–2.000 warga. Riset bersama berikutnya mengenai monitor tekanan darah wearable berdiri di atas fondasi "mengukur di rumah, mengelola dengan data" ini.

Pemantauan dimulai sejak awal kehidupan. Di tempat penitipan anak yang melekat pada Rumah Sakit Asosiasi Medis Masuda, "penitipan anak cerdas" yang memantau bayi yang tidur siang diimplementasikan: sensor gerakan tubuh ("baby sensor") mendeteksi tidur tengkurap atau berhentinya gerakan dan memberi peringatan ke tablet pengasuh, sementara pemeriksaan pernapasan dicatat secara otomatis oleh aplikasi. Tidak ada metode yang mapan untuk mencegah sindrom kematian bayi mendadak (SIDS); yang dibutuhkan adalah sistem yang membeli waktu untuk penyelamatan jika yang terburuk terjadi, dan yang meringankan beban

kerja pengasuh agar mata manusia dapat pergi ke tempat yang benar-benar dibutuhkan. Demonstrasi ini berjalan dalam Proyek Model Perintis MLIT (tambahan TA2019) dan diimplementasikan di tempat penitipan itu pada Desember 2020, tempat ia tetap beroperasi. Pada Juli 2019, sebuah perusahaan anggota MCSCC diundang untuk mempresentasikan dukungan pengasuhan anak berbasis teknologi bayi di Kantor Kabinet. Dari memantau bayi, ke manajemen tekanan darah bagi generasi pekerja, hingga memantau warga lanjut usia dengan demensia yang berjalan keluar rumah sendiri — "dari masa kanak-kanak hingga usia tua" adalah desain data kesehatan Masuda.

Bukti Kuantitatif (Bab 3, Sampel)

Untuk pemantauan bayi dan balita, yang ditunjukkan oleh laporan MLIT (tambahan TA2019, hlm. 30, 33) adalah satuan pekerjaan dan dampak kualitatif. Pemeriksaan pernapasan oleh pengasuh adalah pekerjaan “satu kali ≒ 3 menit.” Laporan menegaskan bahwa frekuensi pergi untuk memeriksa berkurang karena keadaan pernapasan dapat diperiksa dari ruangan lain dengan sensor gerakan tubuh. Namun, laporan itu sendiri secara tegas menyatakan bahwa “kuantifikasi numerik sulit dilakukan,” dan tidak menyajikan tingkat pengurangan waktu kerja sebagai nilai Terukur. Oleh karena itu, buku ini juga tidak mengklaim tingkat pengurangan sebagai hasil yang telah dicapai. Dari wawancara lapangan terungkap bahwa alat ini membantu pada jam sore ketika staf lebih sedikit, bahwa manfaat terbesarnya adalah meringankan pekerjaan memeriksa kelainan pernapasan — keadaan awal SIDS — dan bahwa alat ini membantu meringankan “beratnya tanggung jawab,” salah satu alasan menurunnya jumlah orang yang ingin bekerja sebagai pengasuh anak.

Pemantauan kesehatan di Masuda dengan demikian berkembang menjadi program layanan kesehatan cerdas MCSCC. Inisiatif "Layanan Kesehatan Cerdas yang Mendukung Kesehatan dari Masa Kanak-kanak hingga Usia Tua" terpilih di antara 46 finalis untuk pemungutan suara internet, dari 172 entri, dalam "Digi-den Koshien" pemerintah nasional (divisi sektor swasta). Dalam demonstrasi terkait, Asosiasi Medis Kota Masuda dan San-in Panasonic mengimplementasikan solusi pemantauan di fasilitas perawatan Kunisaki-en sejak Januari 2023, menggabungkan pencegahan pengembaraan dengan pengenalan wajah, sensor vital, sensor pemantau, dan deteksi perilaku.

Kami juga bekerja pada validasi akademik. Bersama Departemen Kesehatan Masyarakat Universitas Okayama (Profesor Hideyuki Kanda) dan Huawei Japan, MCSCC telah melakukan riset menggunakan monitor tekanan darah wearable HUAWEI WATCH D (dimulai pada Januari 2024 dengan perangkat yang disumbangkan oleh Huawei Japan). Dalam validasi di fasilitas perawatan (40 peserta), bacaan sistolik hampir identik dengan alat lengan atas. Dalam studi terhadap pemain esports sekolah menengah, tekanan sistolik naik sekitar 10 mmHg selama pertandingan dan pulih dalam beberapa menit setelahnya, dengan perubahan yang lebih

menonjol pada tim pemenang — menunjukkan aktivasi sistem saraf simpatis. Hasilnya diumumkan bersama pada pengarahan produk Huawei Japan pada Desember 2024.

Data kesehatan adalah salah satu titik awal sirkulasi data sebuah kota. Perangkat wearable adalah alat representatif dari lapisan tepi, dan memikul baik validasi akurasinya maupun implementasi sosialnya adalah fondasi kepercayaan bagi industri data.

Bab 4. Implementasi di Udara: Inspeksi Infrastruktur dengan Drone dan Reformasi Regulasi (Nagasaki)

Sebelum drone, ada kendaraan. Proyek Pemantauan Jalan Cerdas MCSCC dimulai di Masuda pada Juni 2018. Gagasannya sederhana: staf kota sudah berpatroli di jalan kota setiap hari — maka lengkapi kendaraan patroli itu dengan GPS (menggunakan Michibiki/QZSS untuk penentuan posisi di pegunungan), kamera, dan akselerometer, ukur kondisi permukaan jalan secara kuantitatif dalam patroli harian, nilailah dengan AI, dan umpanbalikkan ke perencanaan pemeliharaan. Kendaraan pemantau diserahkan kepada divisi teknik sipil Masuda pada April 2019. Pada Fase 2, Architect Grand Design, Increment P, KYB (Kayaba), dan Nexty Electronics bergabung, dan KYB mengomersialkan sistem ini sebagai layanan pendukung pemeliharaan jalan. Inti sistem ini adalah AI: sistem belajar dari data yang dikumpulkan dengan berkendara di atas beberapa jenis permukaan jalan, menilai kategori permukaan seperti lubang jalan, dan mencatat penilaian itu bersama data GPS — dan pada November 2021 proyek pemantauan jalan menerima Penghargaan Khusus Komite AI & Robot pada MCPC Award 2021. Pada Mei 2025, Wali Kota Masuda mempresentasikan penggunaannya pada konferensi nasional para pemimpin pemerintah daerah mengenai pemeliharaan infrastruktur.

Data jalan yang terukur juga memiliki saluran keluar di luar pemeliharaan. Masuda juga adalah kota pembangunan kesehatan melalui bersepeda dan wisata sepeda, dan merancang rute bersepeda yang aman membutuhkan pengetahuan tentang keadaan permukaan jalan. Dalam pertukaran pandangan dengan Ukyo Katayama — mantan pembalap Formula 1 dan direktur sebuah tim bersepeda — yang diadakan bersama Laboratorium Teknologi Inti KYB, kemampuan memvisualisasikan kondisi jalan suatu rute menuai penilaian positif. Satu dataset yang melayani baik perencanaan pemeliharaan administrasi maupun kesehatan dan pariwisata warga: sebuah contoh kerja dari prinsip lintas domain.

Demonstrasi "mengukur" jalan dengan demikian berawal dari kendaraan di darat, melewati uji kendaraan di Kota Nagasaki, dan maju ke drone di udara — yang ujung terdepannya adalah program berikut.

Pada Juli 2025, program drone MCSCC diadopsi dalam “Proyek Survei Pengembangan dan Pembangunan Layanan Mutakhir serta Reformasi Sistem dan Regulasi” Kantor Kabinet, sebagai

proyek Zona Khusus Strategis Nasional Prefektur Nagasaki (zona kerja sama “Kizuna”). Struktur pelaksanaannya adalah MCSCC, Architect Grand Design, dan Dentsu Kyushu sebagai penerima kontrak (kontraktor utama), dengan Torbizon, Universitas Tokyo Denki, dan Security Store berpartisipasi sebagai subkontraktor (laporan Kantor Kabinet, 13 Maret 2026).

Sasaran proyek ini adalah inspeksi jalan (permukaan jalan) di atas jalan umum. Berdasarkan pedoman pemeriksaan saat ini, jalan pada rute penerbangan Level 3.5 hanya boleh “dilintasi untuk sementara.” Proyek ini bertujuan memperoleh bukti untuk pelonggaran regulasi yang memungkinkan penerbangan memanjang secara terus-menerus di atas jalan umum, dengan menggunakan deteksi kendaraan dan orang oleh AI serta penghindaran otomatis (penerbangan menghindar), dan pesawat ringan yang dampaknya kecil apabila jatuh, sebagai langkah keselamatan alternatif. Penerbangan aktual memperoleh izin sebagai penerbangan Kategori II dengan tindakan pengendalian akses masuk, dan penerbangan menghindar diverifikasi setelah kendaraan pihak terkait dijalankan untuk menciptakan kondisi semu Level 3.5. Pembuktian ini dilaksanakan pada 19–20 November 2025 di kawasan Nomozaki, Kota Nagasaki (Jalan Pantai Nomozaki Minami).

Bukti Kuantitatif (Bab 4, Sampel)

Nilai Terukur utama berdasarkan laporan Kantor Kabinet adalah sebagai berikut.

- **Penerbangan menghindar (Terukur)**: total 25 penerbangan menghindar dilaksanakan terhadap kendaraan yang mendekat dari depan dan belakang. Rata-rata waktu dari deteksi kendaraan hingga penyelesaian penghindaran ke luar jalan adalah 2,4 detik $\pm$ 0,2 detik. Pengukuran dilakukan dengan menganalisis rekaman layar kendali pada 60 bingkai per detik, dalam satuan 0,0167 detik.
- **Deteksi kendaraan oleh AI (Terukur)**: deteksi kendaraan mencapai 100 persen pada tiga lokasi dan ketinggian 30–100 m (pada ambang kepercayaan 55 persen). Reaksi AI rata-rata sekitar 0,2 detik lebih cepat daripada operator, dan variasinya sekitar setengahnya.
- **Kondisi operasional yang direkomendasikan (kesimpulan laporan)**: dengan asumsi kecepatan maksimum kendaraan dari arah berlawanan 60 km/jam, laporan menyimpulkan bahwa inspeksi jalan melalui penerbangan di atas jalan dapat diwujudkan pada ketinggian 60 m, kecepatan drone 2 m/detik, ambang kepercayaan AI 40 persen, dan penggunaan dua kamera — kamera sudut lebar (untuk pengawasan) dan kamera telefoto (untuk inspeksi permukaan jalan) (hlm. 86).
- **Ketepatan inspeksi permukaan jalan (Terukur)**: dalam verifikasi dengan kerja sama Universitas Tokyo Denki, kamera telefoto mendeteksi lubang jalan besar (50 cm $\times$ 50 cm) pada semua ketinggian 30–100 m. Sebaliknya, lubang kecil dan retakan memanjang tidak terdeteksi, dan batas-batas ini juga dinyatakan secara tegas dalam laporan.

- **Biaya (Perkiraan)**: metode drone sebesar ¥1 juta per 100 km ditambah biaya analisis AI, sehingga dapat hampir setara dengan sistem inspeksi permukaan jalan yang dipasang pada kendaraan (¥1 juta per 100 km). Biaya kendaraan pengukur kondisi permukaan jalan adalah ¥7 juta atau lebih per 100 km (hlm. 19–21).
- **Ruang penerapan (dikutip dari bahan Prefektur Nagasaki)**: jalan yang dikelola Prefektur Nagasaki berjumlah sekitar 2.453 km, tetapi hanya sekitar 740 km yang dapat diukur oleh kendaraan pengukur kondisi permukaan jalan; sisanya bergantung pada survei sederhana dan patroli harian (hlm. 14).
- **Pemanfaatan saat bencana (kualitatif)**: wawancara dengan Prefektur Nagasaki mengonfirmasi bahwa prefektur tidak memiliki drone sendiri dan belum menetapkan aturan operasional untuk bencana yang benar-benar terjadi. Usulan proyek ini adalah "penggunaan ganda" (dual use): menggunakan rute penerbangan, informasi risiko, dan sistem operasional yang terakumulasi dari inspeksi pada masa normal untuk tanggap bencana (hlm. 82–91).

Inti proyek ini adalah menghadapi, secara langsung, wilayah udara tepat di atas jalan umum. Agar industri drone Jepang matang dalam logistik dan inspeksi, ia membutuhkan rekam operasional dan bukti keselamatan di wilayah udara yang paling dekat dengan kehidupan sehari-hari. Tahap berikutnya yang ditunjukkan laporan adalah menambahkan bukti untuk pelonggaran penerbangan memanjang Level 3.5 — melalui otomatisasi penerbangan menghindar, penerbangan otomatis berkelanjutan atas segmen beberapa kilometer, dan pembuatan rute menggunakan Michibiki. Sebagai tahap lebih lanjut, MCSCC menyatakan rencana untuk menantang Level 4 (penerbangan di luar jangkauan visual di atas kawasan berpenghuni tanpa asisten) pada 2027. Ini adalah pernyataan rencana MCSCC, bukan rencana yang tercantum dalam laporan.

Bab 5. Merancang untuk Kepulauan: Konsep Nagasaki Island MaaS dan AI Fisik

Nagasaki adalah simpul dalam buku ini. Pola yang lahir di Masuda diterapkan di Nagasaki pada pulau-pulau terpencil di Jepang — "komunitas terdepan tantangan" yang lain — dan pada saat yang sama dibawa ke Indonesia melalui hubungan historis sejak zaman Dejima. Drone dalam Bab 4 dan MaaS dalam bab ini adalah implementasi pada simpul tersebut.

Prefektur Nagasaki memiliki kepulauan pulau-pulau terpencil terbesar di Jepang. Pada Mei 2022, di Forum Kota Taman Digital ke-3 di Nagasaki (diselenggarakan oleh MCSCC, didukung oleh Prefektur Nagasaki), MCSCC menyampaikan **Konsep Nagasaki Island MaaS** sebagai usulan kepada prefektur. Definisinya:

"Menangkap tantangan khas Nagasaki, rumah bagi gugus pulau terpencil terbesar di Jepang: model 'Island MaaS' serbaguna darat–laut–udara yang dapat dialihkan menurut tujuan — penggunaan harian, pariwisata, logistik, dan kedokteran darurat."

Kuncinya adalah pengalihan menurut tujuan. Sumber daya transportasi pulau yang sama — bus, feri, kendaraan, drone — dikemas ulang menurut penggunaan: mobilitas harian, pariwisata, logistik, kedokteran darurat. Itulah arti desain MaaS bagi sebuah pulau.

Di komunitas-komunitas yang akan menjadi tuan rumah konsep ini, implementasi sedang terakumulasi. Kota Shinkamigoto diadopsi pada TA2020 dalam survei promosi Pulau Cerdas nasional (konsorsium dipimpin Japan Airlines) dan mendemonstrasikan pengangkutan spesimen medis, darah, ikan segar, dan kebutuhan harian dengan helikopter nirawak. Dalam kerangka Zona Khusus Strategis Nasional, pengiriman obat dengan drone Level 4 berbasis izin kawasan juga telah diimplementasikan. MCSCC telah memulai dialog untuk memberi bentuk konkret pada konsep ini di kota ini, tempat penurunan populasi berlangsung pada salah satu laju tercepat di negeri ini.

Lapisan berikutnya adalah AI fisik. Bahkan ketika MaaS mengemas "pergerakan," kedua ujungnya — bongkar muat di pelabuhan, penurunan barang di desa, lokasi perawatan dan pemantauan — tetap membutuhkan tangan manusia. Di pulau-pulau tempat tenaga kerja menyusut, tahapnya telah tiba bagi robot dan humanoid untuk mendukung tangan-tangan itu. MCSCC telah meluncurkan proyek humanoid / AI fisik di Nagasaki: implementasi konvergensi, tempat keputusan di ruang siber dieksekusi di ruang fisik.

Bab 6. Implementasi di Asia: Indonesia

Indonesia adalah ladang implementasi utama MCSCC dan Hub Asia-nya. Dalam poros buku ini, Indonesia adalah tempat pola yang dibuat di Masuda — setelah melewati simpul Nagasaki — pertama kali diimplementasikan dalam skala besar. Direktur Representatif kami berperan sebagai penasihat bagi pemerintah daerah di Indonesia, dan pada Januari 2026 beliau diangkat sebagai Senior Fellow di Citieslab Nusantara, sebuah lembaga pemikir nirlaba yang berbasis di Jakarta.

Titik awalnya adalah program nasional. Pada April 2021, usulan MCSCC berjudul "Studi Pengembangan Infrastruktur Mobilitas Cerdas untuk Pengembangan Kota Cerdas di Bali, Indonesia" diadopsi dalam Program Studi Kelayakan Penyebaran Infrastruktur Berkualitas Tinggi ke Luar Negeri Kementerian Ekonomi, Perdagangan, dan Industri Jepang (METI) (laporan resmi diterbitkan pada Februari 2022, setebal 352 halaman). Penerima kontraknya adalah konsorsium bersama empat pihak — Masuda Cyber Smart City Consortium (nama pada saat itu), Dentsu, Architect Grand Design, dan KYB — dan MCSCC mengoordinasikan

keseluruhan proyek berdasarkan rekam jejaknya di Masuda. Pilarnya terdiri dari tiga kelompok kerja (WG): WG① Sistem Pemantauan Jalan (dikoordinasikan oleh KYB), WG② Platform MaaS (dikoordinasikan oleh Dentsu), dan WG③ Infrastruktur Pengisian Daya EV (dikoordinasikan oleh Hokuriku Electrical Construction). Metode yang dibuktikan di Masuda terhubung dengan survei untuk zona khusus EV yang direncanakan akan didirikan oleh Provinsi Bali (kawasan Sanur dan Pulau Nusa Penida). Perlu dicatat bahwa pada tahap FS, zona khusus EV ini berada pada tahap "direncanakan untuk didirikan dan rincian isinya akan ditentukan kemudian"; ia bukan sistem yang sudah berdiri (laporan, hlm. 26).

Selama survei lapangan pada 29 November–10 Desember 2021, konsultasi dilakukan dengan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), perusahaan listrik negara PLN, Pemerintah Provinsi Bali, Bali Tourism Development Corporation (ITDC), Grab Indonesia, dan pihak lain. Laporan mencatat bahwa pada 29 November 2021, Kepala BRIN Handoko menawarkan dukungan penuh (hlm. 331). Di Sanur, wawancara setempat juga mencatat bahwa sebaiknya proyek dilanjutkan dengan Yayasan Pembangunan Sanur (YPS), yang mengoordinasikan tiga desa setempat, sebagai pintu masuk (hlm. 192). Hal ini menjadi pijakan langsung bagi penandatanganan MOU dengan YPS pada Oktober 2022.

Bukti Kuantitatif (Bab 6, FS Bali, Sampel)

Angka-angka utama berdasarkan laporan FS METI (Februari 2022) adalah sebagai berikut.

- **Dampak pemantauan jalan (Perkiraan)**: di Kota Denpasar, pengoptimalan perbaikan berdasarkan pengukuran diperkirakan dapat menekan biaya pemeliharaan jalan sebesar 12 miliar Rp (sekitar ¥100 juta) per tahun (hlm. 121). Sebaliknya, laporan menyimpulkan bahwa saat ini belum ada permintaan langsung dari kota terhadap data pengukuran kuantitatif, dan penting untuk mengusulkan, sebagai satu paket di tingkat nasional, mekanisme "pemanfaatan anggaran perbaikan secara efektif berdasarkan pengukuran" (hlm. 119–120).
- **Pasar MaaS (Perkiraan)**: dari pasar wisatawan mancanegara Bali, gabungan mobilitas lokal dan aktivitas diperkirakan berjumlah sekitar USD 4,31 miliar (hlm. 155–156). Dalam survei terhadap 1.114 wisatawan asing, niat menggunakan MaaS pariwisata tinggi di semua negara dan rata-rata melebihi 90 persen (Aktual, hlm. 157–161).
- **Peta jalan EV (nilai rencana, PLN dan Dinas Perhubungan Provinsi Bali)**: jumlah EV di Bali diasumsikan mencapai 1.000 kendaraan roda empat dan 8.000 kendaraan roda dua pada 2025, serta 5.300 kendaraan roda empat dan 41.200 kendaraan roda dua pada 2045 (hlm. 253; laporan juga memuat angka 800 untuk kendaraan roda empat pada 2025 di bagian lain, sehingga rujukan ke sumber asli diperlukan ketika mengutipnya).
- **Infrastruktur pengisian daya (Perkiraan)**: biaya pembangunan SPKLU (stasiun pengisian kendaraan listrik umum) adalah ¥6,6 juta per lokasi (perhitungan Hokuriku

Electrical Construction, hlm. 254). Menurut Perkiraan PLN, masa pengembalian investasi stasiun pengisian daya adalah sekitar 6,6–6,9 tahun (hlm. 239).

- **Prospek permintaan listrik (nilai rencana, RUPTL 2021–2030)**: penjualan listrik Bali diproyeksikan naik dari 5.297 GWh pada 2021 menjadi 9.298 GWh pada 2030, sementara beban puncak naik dari 880 MW menjadi 1.515 MW (hlm. 265).
- **Syarat komersialisasi (kesimpulan WG③)**: dengan struktur pendapatan yang berpusat pada EV roda empat, pengembalian investasi akan sulit; merancang sumber pendapatan yang "luas dan tipis" serta memanfaatkan PPP dan sistem publik ditetapkan sebagai tantangan (hlm. 263, 308). Laporan menunjukkan sekaligus besarnya pasar dan beratnya syarat komersialisasi.

FS Bali ini tidak berakhir sebagai survei. Namun uraian berikut adalah perkembangan setelah laporan diterbitkan (Februari 2022), dan karena itu dinyatakan dengan memisahkan waktunya. Hokuriku Electrical Construction, yang mengoordinasikan WG③, menyimpulkan perjanjian usaha patungan dengan AAI dan sebuah perusahaan energi setempat pada Desember 2022 (modal ¥95 juta, dengan Hokuriku Electrical Construction memegang 70 persen), mendirikan perusahaan patungan di Jakarta pada paruh pertama 2023, dan memasuki bisnis penyewaan peralatan pembangkit listrik tenaga surya atap (ekspansi luar negeri pertama perusahaan tersebut). Kajian komersialisasi dalam FS — termasuk perhitungan biaya pembangunan SPKLU oleh Hokuriku Electrical Construction dan penyusunan data dasar kawasan Sanur — menjadi pijakan bagi langkah ini. Perlu dicatat bahwa skema usaha patungan itu sendiri tidak dinyatakan secara tegas dalam laporan FS. Hokuriku Electrical Construction juga menyimpulkan nota kesepahaman dengan Universitas Udayana pada Desember 2022 mengenai riset bersama sistem pembangkit listrik tenaga surya, yang berlanjut hingga peresmian fasilitas riset bersama pada April 2024 (Universitas Udayana juga tidak disebut dalam teks utama laporan FS). Makna proyek ini terletak pada kenyataan bahwa FS menjadi titik awal yang melahirkan wujud nyata: pendirian perusahaan patungan dan fasilitas riset bersama universitas (situs web MCSCC, 3 Februari 2023, mengutip laporan Hokunippon Shimbun, 2 Februari 2023).

Pekerjaan survei juga berlanjut di kawasan ibu kota. Pada Februari 2023, sebagai proyek yang diadopsi oleh Badan Sumber Daya Energi, MCSCC melakukan survei lapangan di Provinsi DKI Jakarta dan berkonsultasi dengan Transjakarta, seorang Wakil Kepala BRIN, dan Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Hasilnya dihimpun sebagai Studi Kelayakan Kopling Sektoral antara Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Provinsi DKI Jakarta dan Sistem Operasi Cerdas Bus EV (Maret 2023).

Bukti Kuantitatif (Bab 6, Sampel)

Angka-angka utama berdasarkan laporan FS Jakarta adalah sebagai berikut.

- **Skala sampah (Aktual, survei lapangan)**: volume yang masuk ke tempat pemrosesan akhir Bantar Gebang adalah 7.500 ton per hari (2022), dan diperkirakan meningkat menjadi 8.000 ton per hari. Bukit timbunan sampah telah mencapai ketinggian 30–40 m (hlm. 15, 17).
- **Hasil pembangkit listrik tenaga sampah (nilai Aktual)**: pabrik percontohan yang dioperasikan BRIN (100 ton per hari) membakar 14.507,65 ton dan menghasilkan listrik 1.425,35 MWh pada 2021 (hlm. 18). Ini bukan Perkiraan di atas kertas; pembuktian telah beroperasi di lokasi.
- **Keadaan bus EV (Aktual, wawancara)**: Transjakarta mengoperasikan sekitar 4.200 bus, dengan sekitar 800.000 penumpang per hari. Bus EV hanya berjumlah 52 unit, dan semuanya dibuat oleh produsen Tiongkok. Target elektrifikasi pada 2030 dinyatakan sekitar 10.047 unit (hlm. 34–39). Wawancara mencatat bahwa saat ini belum ada usulan pengenalan konkret dari Jepang, sedangkan pengadaan produk Jepang juga dimungkinkan.
- **Perkiraan kelayakan usaha (Perkiraan)**: bahkan dengan metode pembakaran langsung (Rencana B), laporan mengasumsikan selisih pendapatan dan pengeluaran sekitar ¥328 juta per tahun terhadap pendapatan tahunan sekitar ¥437 juta harus ditutup dengan subsidi dan dukungan lain (hlm. 78). Pengisian daya untuk 100 bus EV memerlukan 20.000 kW per hari, yang tidak dapat dipenuhi hanya oleh pembangkit listrik tenaga sampah (577 kW); desain yang realistis mengasumsikan kombinasi dengan listrik PLN. Laporan ini tidak memuat Perkiraan kuantitatif pengurangan CO2, dan kredit karbon-netral dikecualikan karena tidak dapat dihitung (hlm. 61–62, 78). Angka-angka itu secara jujur menunjukkan bahwa margin satu proyek tunggal tipis dan proyek ini mengasumsikan pengembangan lateral serta dukungan publik.

Pekerjaan ini kini berkembang secara lateral. Pada Juni 2025, MCSCC menyimpulkan nota kesepahaman mengenai pengembangan kota cerdas dengan kawasan Metropolitan Rebana di Jawa Barat (tujuh kabupaten dan satu kota). Yang ditawarkan MCSCC adalah "kemampuan desain struktur perkotaan berbasis arsitektur semikonduktor" dan "pendekatan yang berpusat pada manusia dan memecahkan masalah" — menghubungkan pola yang terbukti di komunitas Jepang ke pembangunan perkotaan di negara bertumbuh. Pengembangan juga sedang berjalan di Sanur, Bali. Di sisi akademik, pada April 2026 MCSCC menyimpulkan MOU dengan Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan (SAPPK) Institut Teknologi Bandung (ITB), membangun basis untuk riset dan pengembangan sumber daya manusia.

Kemitraan ini juga berakar di Nagasaki sendiri. Pada 27 Februari 2026, Prefektur Nagasaki dan MCSCC bersama-sama menyelenggarakan "Simposium Ekonomi, Industri, dan Sumber Daya Manusia Indonesia" di Dejima Messe Nagasaki, dengan kursi terisi penuh. Para pembicara mencakup seorang wakil kepala BRIN, seorang wakil kepala Otorita Metropolitan Rebana, wakil bersama Smart City Orchestra, dan JETRO; Direktur Representatif kami menyampaikan kuliah "Nagasaki dan Batavia: Sejarah dan Masa Depan." Pada simposium itu, sebuah surat dari CEO Otorita Metropolitan Rebana kepada Gubernur Nagasaki disampaikan, mengusulkan kerja sama trilateral antara Prefektur Nagasaki, Rebana, dan MCSCC, serta kemitraan antarkota yang menghubungkan 21 pemerintah daerah Nagasaki dengan tujuh kota Rebana — sekitar sepuluh juta jiwa. Nagasaki, yang dahulu terhubung ke Batavia pada zaman Edo, bergabung kembali dengan Indonesia di zaman kota cerdas: sejarah dan masa depan bertemu di tempat yang sama.

Implementasi kini telah memasuki tahap perjanjian formal. Pada 27 Agustus 2026, di kantor pusat BRIN di Jakarta, sebuah MOU trilateral ditandatangani antara MCSCC, JOYCLE Inc., dan Badan Riset dan Inovasi Nasional Indonesia (BRIN). Intinya adalah studi kelayakan untuk menyebarkan teknologi sirkulasi sumber daya dan GX JOYCLE — yang diadopsi dalam Proyek Promosi GX Global South Pemerintah Metropolitan Tokyo — di kawasan Metropolitan Rebana, Jawa Barat, dengan anggota MCSCC Architect Grand Design mendukung sebagai mitra koordinasi. Sebuah dengar pendapat dengan seorang direktur jenderal Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia juga diadakan. Dari survei dan usulan menuju implementasi berdasarkan perjanjian dengan lembaga pemerintah: pekerjaan di Indonesia telah memasuki fase berikutnya.

Prospek ekonomi memperkuat kemitraan ini. Didorong oleh elektrifikasi dan kota cerdas, PDB Indonesia (paritas daya beli) diproyeksikan mencapai sekitar USD 7,5 triliun pada 2040, menempati peringkat keempat di dunia dan melampaui Jepang (menurut analisis yang diterbitkan Direktur Representatif kami, 2022). "Pola" dari negeri terdepan dalam tantangan, dan "ladang implementasi" dari negara bertumbuh: menghubungkan keduanya adalah bentuk dasar pekerjaan internasional MCSCC.

Bab 7. Ekspansi ke Eropa: Bulgaria / Perluasan Ikatan Akademik: Vietnam

Bulgaria adalah negara yang ditempatkan MCSCC sebagai Hub UE. Pada Juli 2026, atas undangan Wakil Perdana Menteri sekaligus Menteri Ekonomi, Investasi, dan Industri Bulgaria, Direktur Representatif kami mengunjungi Bulgaria dan bertemu dengan Perdana Menteri, menteri-menteri terkait (inovasi, transformasi digital, lingkungan, energi, dan lainnya), rektor Universitas Sofia dan Universitas Teknik Sofia, serta perusahaan semikonduktor termasuk Melexis dan Visteon. Temanya adalah tenaga nuklir dan reaktor modular kecil (SMR), semikonduktor AI, agenda negara cerdas / kota cerdas, dan persiapan aksesi OECD Bulgaria

sebagai negara kandidat aksesi OECD; MCSCC mengusulkan sebuah kertas putih kebijakan. Kunjungan itu menegaskan bahwa di negara-negara bertumbuh Eropa pun, terdapat permintaan akan "pola solusi" dan akan cetak biru sebuah kota.

Satu titik hubungan konkret adalah penanggulangan banjir. Bulgaria pun bergulat dengan banjir, dan pola pemantauan ketinggian air LPWA yang terbukti dan masih beroperasi di Masuda — menghimpun ketinggian sungai kecil dan saluran melalui nirkabel berdaya rendah, dan mengubahnya menjadi operasi pintu air berbasis angka dan peringatan kepada warga — adalah paket pemecahan masalah yang dapat diekspor dengan sendirinya. Pada pertemuan pemerintah akhir November, kami akan menyampaikan IoT pencegahan bencana ini sebagai tema konkret untuk kerja sama.

Peran Bulgaria sebagai Hub UE tidak berhenti pada kerja sama dengan satu negara Eropa. Pengetahuan implementasi perkotaan yang diperoleh di Indonesia sebagai Hub Asia akan dihubungkan dengan sistem, akademisi, dan industri Eropa, sedangkan pengetahuan teknologi dan kebijakan yang diperoleh di Eropa akan dikembalikan ke implementasi di Asia. Di masa depan, dengan melebur kedua hub tersebut, kemitraan kota internasional MCSCC akan berkembang menjadi jaringan sirkular yang menghubungkan Asia dan Eropa, berangkat dari Jepang.

Lingkaran kemitraan akademik juga meluas di dalam dan luar negeri. Kemitraan dengan Vietnam diposisikan sebagai perluasan berikutnya dari alur Masuda → Nagasaki → Indonesia. Ia merupakan bagian dari upaya untuk mengikat kembali, baik di sisi akademik maupun implementasi, hubungan dengan kota-kota Asia yang secara historis terhubung dengan Nagasaki. Di Jepang, pada Juni 2023 MCSCC menyimpulkan perjanjian kerja sama dengan Pusat Inovasi Sains Data dan AI Universitas Shiga, dan sedang membentuk proyek mengenai AI dan data besar untuk kota cerdas di Jepang dan luar negeri — memegang kemampuan analitis di sisi akademik menopang implementasi di lapisan otak. Sebagai salah satu contoh meluasnya jaringan akademik, pada “Data Spaces Week 2026” (Kampus Hongo), yang melibatkan Sekolah Pascasarjana Ilmu Informasi Interdisipliner Universitas Tokyo, Data Society Alliance (DSA), dan pihak lain, Penasihat Khusus MCSCC Bernardus Djonoputro menyampaikan kuliah daring berjudul “An Overview of Technological Urbanism in Asian Cities” (“Tinjauan Umum Urbanisme Teknologis di Kota-Kota Asia”). Bahwa penanggung jawab MCSCC di sisi Indonesia tampil di forum tempat komunitas data Asia dan Eropa bertemu menunjukkan bahwa jaringan akademisi dan praktisi implementasi meluas di atas bahasa bersama berupa ruang data. Di Asia, pada September 2026, IETDSO — organisasi anggota akademik MCSCC — menyimpulkan perjanjian kemitraan komprehensif dengan Universitas Nasional Vietnam, Kota Ho Chi Minh. Direktur Representatif kami bertugas sebagai penasihat IETDSO untuk kota cerdas, AI, dan semikonduktor, dan dialog dengan Vietnam kini semakin dalam.

Bab 8. Usulan: Merancang Kota Cerdas sebagai "Industri Masa Depan"

Enam usulan muncul dari praktik MCSCC:

1. **Merancang dari tantangan, bukan dari teknologi.** Letakkan R (riset) sebelum D (pengembangan) dan mulailah dari realitas lapangan dan angka. Kebijakan product-out menghasilkan investasi tanpa jalan keluar.
2. **Perlakukan sirkulasi data sebagai industri.** Data yang dihasilkan sebuah kota tidak hanya memperbaiki kesehatan, mobilitas, dan infrastruktur; basis pengolahannya sendiri — semikonduktor dan pusat data AI — adalah industri.
3. **Terimalah bahwa setiap lapisan bergerak dalam kecepatan yang berbeda.** Lapisan otak (pusat data) cepat; lapisan tepi (implementasi lokal) lambat. Rancanglah agar pendapatan dan teknologi dari lapisan cepat mendanai implementasi di lapisan lambat.
4. **Sesuaikan struktur biaya dengan kapasitas lokal.** Kecuali pemerintah daerah dengan anggaran tahunan sekitar ¥20 miliar dapat menopangnya, itu bukanlah implementasi sosial. Sebagaimana ditunjukkan Perkiraan platform bersama Masuda (biaya awal sekitar ¥1,45–1,57 juta), desain yang realistis bagi daerah adalah memulai dari skala kecil dan menambahkan layanan secara bertahap.
5. **Pola melintasi perbatasan.** Solusi yang terbukti di negeri terdepan dalam tantangan menjawab tantangan masa depan negara-negara bertumbuh. Kemitraan internasional yang membagi pembuktian konsep dan implementasi menopang wilayah-wilayah Jepang dan pertumbuhan dunia sekaligus.
6. **Leburkan kedua hub.** Hubungkan Indonesia sebagai Hub Asia dengan Bulgaria sebagai Hub UE, dan putarkan pengetahuan implementasi, kebijakan, akademisi, sumber daya manusia, dan industri di antara keduanya. Jangan akhiri ekspansi internasional sebagai kumpulan proyek yang terpisah; rancang jaringan antarkawasan itu sendiri sebagai fondasi industri masa depan.

Kota cerdas bukanlah proyek untuk membuat kota menjadi pandai. Ia adalah buaian industri masa depan. MCSCC akan terus menggambar cetak biru itu — dan membangunnya.

Lampiran

Daftar Bukti Kuantitatif (Sampel)

Berikut adalah daftar data kuantitatif utama yang digunakan dalam setiap bab. Jenisnya dibedakan menjadi “Terukur,” yang benar-benar diukur dalam laporan; “Perkiraan,” yang dihitung berdasarkan asumsi; “Target,” yang ditetapkan sebagai KPI dan sejenisnya; dan “Statistik eksternal,” yang berasal dari statistik lembaga eksternal.

Indikator	Nilai	Jenis	Sumber
Jangkauan pemancar LPWA (2 mW / 20 mW)	200–300 m / sekitar 1 km	Terukur	Laporan MLIT (tambahan TA2019), hlm. 24, 28
Daya tahan baterai pemancar pemantauan (model keluaran bergantian)	Sekitar 100 hari	Terukur / spesifikasi	Laporan yang sama, hlm. 24
Biaya tahunan pemantauan lansia (model 12 stasiun pangkalan)	Sekitar ¥693.000–783.000 per tahun	Perkiraan	Laporan yang sama, Tabel 5-5 dan Tabel 5-6
Biaya pemantauan bayi dan balita (model 29 tempat penitipan anak di kota)	Total sekitar ¥2,41 juta per tahun; sekitar ¥83.000 per lokasi per tahun	Perkiraan	Laporan yang sama, Tabel 5-7
Pekerjaan pemeriksaan pernapasan oleh pengasuh	1 kali ≒ 3 menit (pengurangan frekuensi dikonfirmasi secara kualitatif; tingkat pengurangan tidak Terukur)	Terukur / kualitatif	Laporan yang sama, hlm. 30, 33
Waktu pencarian lansia / pengurangan waktu kerja pemantauan bayi dan balita	Dalam 3 jam / 20 persen (TA2024)	Target	Laporan yang sama, hlm. 6 (KPI kota)
Waktu hingga ditemukan (ditemukan setelah lebih dari 3 jam berlalu)	45 persen	Statistik eksternal	Survei aktual Asosiasi Orang dengan Demensia dan Keluarganya (2018), dikutip dalam laporan yang sama, hlm. 29
Biaya platform bersama (model 10 stasiun pangkalan LPWA)	Biaya awal sekitar ¥1,45–1,57 juta; biaya tahunan sekitar ¥54.000–204.000	Perkiraan	Laporan MLIT (TA2020), hlm. 48
Beban CPU server platform bersama (ketika 2 layanan terhubung)	Beberapa persen atau kurang	Terukur	Laporan yang sama, hlm. 23
Akuisisi data tiang cerdas	Setiap 30 menit, tanpa kehilangan selama sekitar 2 bulan	Terukur	Laporan yang sama, hlm. 26
Jarak penerimaan drone tiang cerdas (sekitar 2 mW)	Garis lurus sekitar 800 m	Terukur	Laporan yang sama, hlm. 30–31
Waktu diagnosis pemantauan jalan	Tingkat kerusakan dapat dipahami dalam 24 jam setelah patroli	Terukur	Laporan yang sama, Lampiran 5-4
Penciptaan nilai pagar listrik (petak sasaran 30 a)	Sekitar ¥800.000 per tahun (pemulihan panen ¥540.000 + pengurangan pekerjaan ¥260.000)	Perkiraan	Laporan yang sama, hlm. 52
Pengaruh pagar listrik (petak sasaran 30 a)	Pada tahun sebelumnya, panen turun hingga sekitar 30 persen dari tingkat tanpa kerusakan → hampir tanpa kerusakan	Terukur	Laporan yang sama, hlm. 52
		Terukur	

Indikator	Nilai	Jenis	Sumber
Penerbangan menghindar drone	25 kali; rata-rata 2,4 detik ± 0,2 detik		Laporan Kantor Kabinet (Maret 2026), hlm. 40–45
Deteksi kendaraan oleh AI drone (3 lokasi, ketinggian 30–100 m)	100 persen	Terukur	Laporan yang sama, hlm. 50
Kondisi operasional inspeksi drone yang direkomendasikan	Ketinggian 60 m; kecepatan 2 m/detik; ambang 40 persen; penggunaan 2 kamera	Kesimpulan	Laporan yang sama, hlm. 86
Biaya inspeksi drone	¥1 juta per 100 km + biaya analisis AI (kendaraan pengukur ¥7 juta atau lebih)	Perkiraan	Laporan yang sama, hlm. 19–21
Jalan yang dikelola Prefektur Nagasaki / telah diukur oleh kendaraan pengukur	Sekitar 2.453 km / sekitar 740 km	Statistik eksternal (bahan prefektur)	Laporan yang sama, hlm. 14
Volume masuk ke tempat pemrosesan akhir Bantar Gebang	7.500 ton per hari (2022)	Aktual	Laporan FS Badan Sumber Daya Energi (Maret 2023), hlm. 15, 17
Pabrik percontohan BRIN (2021)	Membakar 14.507,65 ton; menghasilkan listrik 1.425,35 MWh	Aktual	Laporan yang sama, hlm. 18
Jumlah bus Transjakarta yang dioperasikan / jumlah bus EV	Sekitar 4.200 unit / 52 unit (semuanya buatan produsen Tiongkok)	Aktual	Laporan yang sama, hlm. 34–39
Target elektrifikasi Transjakarta pada 2030	Sekitar 10.047 unit	Target	Laporan yang sama, hlm. 39
Selisih pendapatan dan pengeluaran Rencana B dalam FS Jakarta	Diasumsikan sekitar ¥328 juta per tahun ditutup oleh dukungan publik dan sumber lain	Perkiraan	Laporan yang sama, hlm. 78
Penghematan dari pengoptimalan perbaikan jalan di Bali	12 miliar Rp per tahun (sekitar ¥100 juta)	Perkiraan	Laporan FS Bali METI (Februari 2022), hlm. 121
Pasar MaaS Bali (mobilitas lokal + aktivitas)	Sekitar USD 4,31 miliar	Perkiraan	Laporan yang sama, hlm. 155–156
Niat menggunakan MaaS pariwisata (1.114 wisatawan asing)	Rata-rata lebih dari 90 persen	Aktual (survei)	Laporan yang sama, hlm. 157–161
Peta jalan EV Bali	2025: 1.000 kendaraan roda empat dan 8.000 kendaraan roda dua / 2045: 5.300 kendaraan roda empat dan 41.200 kendaraan roda dua	Rencana (PLN dan Dinas Perhubungan Provinsi Bali)	Laporan yang sama, hlm. 253 (terdapat variasi penulisan untuk angka kendaraan roda empat tahun 2025)
Biaya pembangunan SPKLU / pengembalian investasi (Perkiraan PLN)	¥6,6 juta per lokasi / sekitar 6,6–6,9 tahun	Perkiraan	Laporan yang sama, hlm. 254, 239
Prospek permintaan listrik Bali	Penjualan listrik: 5.297 GWh pada 2021 → 9.298 GWh pada	Proyeksi (RUPTL)	Laporan yang sama, hlm. 265

Indikator	Nilai	Jenis	Sumber
	2030; beban puncak: 880 MW → 1.515 MW		
Implementasi sosial FS Bali (perusahaan patungan)	Modal ¥95 juta (Hokuriku Electrical Construction 70 persen); didirikan pada 2023	Aktual	Situs web MCSCC (3 Februari 2023, mengutip Hokunippon Shimbun)

Sumber Primer Utama

- Kementerian Pertanahan, Infrastruktur, Transportasi, dan Pariwisata (MLIT), Laporan Survei Pembuktian Kota Cerdas — Produk Tambahan TA2019 (13 September 2021, Masuda Cyber Smart City Consortium).
- Kementerian Pertanahan, Infrastruktur, Transportasi, dan Pariwisata (MLIT), Laporan Survei Pembuktian Kota Cerdas — Produk TA2020 (13 September 2021, Cyber Smart City Consortium).
- Kementerian Ekonomi, Perdagangan, dan Industri (METI), Laporan Proyek Studi Kelayakan TA2021 untuk Penyebaran Infrastruktur Berkualitas Tinggi ke Luar Negeri (Studi Pengembangan Infrastruktur Mobilitas Cerdas untuk Pengembangan Kota Cerdas di Bali, Indonesia) (Februari 2022, 352 halaman; penerima kontrak: Masuda Cyber Smart City Consortium, Dentsu, Architect Grand Design, dan KYB; MCSCC mengoordinasikan keseluruhan).
- Proyek yang diadopsi oleh Badan Sumber Daya Energi, Studi Kelayakan Kopling Sektoral antara Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Provinsi DKI Jakarta dan Sistem Operasi Cerdas Bus EV (Maret 2023, Cyber Smart City Consortium).
- Kantor Kabinet, Laporan Proyek Survei TA2025 mengenai Pengembangan dan Pembangunan Layanan Mutakhir serta Reformasi Sistem dan Regulasi (Survei Efisiensi Inspeksi Infrastruktur dengan Drone, Termasuk untuk Masa Bencana) (13 Maret 2026; penerima kontrak: MCSCC, Architect Grand Design, dan Dentsu Kyushu; subkontraktor: Torbizon, Universitas Tokyo Denki, dan Security Store).
- Situs web MCSCC (https://matrix-cyber.org/): laporan implementasi sosial FS METI (Hokuriku Electrical Construction, 3 Februari 2023), pengumuman kuliah Bernardus pada Data Spaces Week 2026, dan bahan terkait lainnya.

Linimasa MCSCC (pilihan)

Tahun	Tonggak
2016	Inisiatif kota cerdas dimulai di Kota Masuda, Prefektur Shimane (Model Masuda)
2017	Evaluasi darat teknologi radio turunan antariksa "Hyper LPWA" dimulai. Pembuktian sistem alat pengukur ketinggian air IoT dimulai di Masuda (hingga Februari 2019, kemudian berlanjut ke operasi berkelanjutan; menerima penghargaan Asosiasi Promosi R&D YRP pada 2018)
Jul 2018	

Tahun	Tonggak
	Proyek Promosi Layanan Kesehatan Cerdas Kota Masuda dimulai — studi riset medis pertama di Jepang yang menghimpun data tekanan darah rumah melalui IoT (dari 306 peserta tempat kerja menuju skala warga)
2018–2020	Kolaborasi antarkota dengan Kota Yatsushiro: "IoT Pertanian Cerdas (penanggulangan satwa liar)" — pagar listrik × LPWA; petak sasaran pulih dari kerusakan besar pada tahun sebelumnya menjadi “hampir tanpa kerusakan” (laporan MLIT)
2018	MCSCC didirikan. PoC awal "MCSCC FIWARE," fondasi Otak Kota Siber, di atas platform terbuka Eropa FIWARE dimulai. Proyek Pemantauan Jalan Cerdas dimulai di Masuda (kendaraan pemantau diserahkan ke divisi teknik sipil kota pada Apr 2019)
Apr 2019	Atas permintaan Kantor Polisi Masuda, kelompok kerja pemantauan warga lansia dengan demensia yang berjalan keluar rumah dibentuk (MCSCC, Divisi Kesejahteraan Lansia kota, kantor polisi). Riwayat permintaan tersebut juga tercatat dalam laporan MLIT TA2020, hlm. 52
2019–2021	Terpilih sebagai satu dari lima belas "Proyek Model Perintis" dalam Program Model Kota Cerdas MLIT (diumumkan 31 Mei 2019); diadopsi tiga tahun berturut-turut
Des 2020	Pemantauan bayi "penitipan anak cerdas" diimplementasikan di tempat penitipan Rumah Sakit Asosiasi Medis Masuda (Model Perintis tambahan MLIT TA2019)
Apr 2021	Studi pengembangan infrastruktur mobilitas cerdas Bali diadopsi dalam program FS METI; kerja lapangan pada tahun yang sama; MOU dengan Yayasan Pembangunan Sanur (YPS) pada Okt 2022
Nov 2021	Proyek pemantauan jalan menerima Penghargaan Khusus Komite AI & Robot pada MCPC Award 2021
Mei 2022	Konsep Nagasaki Island MaaS diusulkan kepada Prefektur Nagasaki pada Forum Kota Taman Digital ke-3 di Nagasaki
Des 2022	Implementasi sosial dari WG3 FS Bali: Hokuriku Electrical Construction menyimpulkan perjanjian usaha patungan dan nota kesepahaman riset bersama dengan Universitas Udayana
Jan 2023	Demonstrasi solusi pemantauan dimulai di fasilitas perawatan Kunisaki-en, Masuda
Feb–Mar 2023	Survei lapangan di Provinsi DKI Jakarta dilaksanakan dalam proyek yang diadopsi oleh Badan Sumber Daya Energi, dan laporan FS kopling sektoral pembangkit listrik tenaga sampah × bus EV dihimpun
Jun 2023	Perjanjian kerja sama disimpulkan dengan Pusat Inovasi Sains Data dan AI Universitas Shiga (pembentukan proyek mengenai AI dan data besar untuk kota cerdas, di Jepang dan luar negeri)
Paruh pertama 2023	Perusahaan patungan Hokuriku Electrical Construction didirikan di Jakarta (bisnis penyewaan pembangkit listrik tenaga surya atap). Fasilitas riset bersama dengan Universitas Udayana diresmikan pada Apr 2024
Des 2024	Riset bersama pemantauan tekanan darah wearable diumumkan bersama Universitas Okayama dan Huawei Japan
Jun 2025	MOU disimpulkan dengan kawasan Metropolitan Rebana, Jawa Barat, Indonesia (7 kabupaten, 1 kota)
Jul 2025	Model inspeksi drone diadopsi dalam program Kantor Kabinet / Zona Khusus Strategis Nasional (zona "Kizuna" Nagasaki). Pembuktian penerbangan menghindar dilakukan di Nomozaki pada Nov 2025 (Kategori II, kondisi semu Level 3.5)
Jan 2026	Direktur Representatif diangkat sebagai Senior Fellow Citieslab Nusantara (Jakarta)
Feb 2026	"Simposium Ekonomi, Industri, dan Sumber Daya Manusia Indonesia" diadakan di Dejima Messe Nagasaki, diselenggarakan bersama Prefektur Nagasaki (kursi penuh). Surat dari CEO Otorita Metropolitan Rebana kepada Gubernur Nagasaki mengusulkan kerja sama trilateral dan kemitraan antarkota
Apr 2026	MOU disimpulkan dengan SAPPK, Institut Teknologi Bandung (ITB)

Tahun	Tonggak
Jul 2026	Kunjungan ke Bulgaria atas undangan pemerintah; pertemuan dengan Perdana Menteri dan para menteri
Agu 2026	Dalam Proyek Promosi GX Global South Pemerintah Metropolitan Tokyo, MOU trilateral antara MCSCC, JOYCLE, dan Badan Riset dan Inovasi Nasional Indonesia (BRIN) ditandatangani di Jakarta (studi kelayakan penyebaran teknologi sirkulasi sumber daya / GX di Rebana)
Sep 2026	Perjanjian kemitraan komprehensif antara IETDSO dan Universitas Nasional Vietnam, Kota Ho Chi Minh. Bernardus, Penasihat Khusus MCSCC, menyampaikan kuliah daring pada Data Spaces Week 2026 (Sekolah Pascasarjana Ilmu Informasi Interdisipliner Universitas Tokyo, DSA, dan pihak lain)

Tentang MCSCC

- Nama: Matrix of Cyber Smart City Consortium (MCSCC), sebuah asosiasi berbadan hukum umum
- Didirikan: 2018
- Direktur Representatif dan Arsitek Kota Cerdas: Yoshihisa Toyosaki
- Situs web: https://matrix-cyber.org/

Ini adalah edisi revisi berdasarkan rekam kegiatan MCSCC per Oktober 2026. Angka dan fakta diambil dari bahan yang diterbitkan, laporan proyek nasional, dan catatan konsorsium. Jenis angka (Terukur / Perkiraan / Target / Statistik eksternal) dinyatakan dalam teks utama dan lampiran.