

PENERAPAN JALAN BERBAYAR (ETC/ERP) DI INDONESIA



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERHUBUNGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TRANSPORTASI ANTARMODA

LATAR BELAKANG

Panjang Jalan toll hingga tahun 2019 adalah 1649,05 km

Jalan Tol

Contactless

Ujicoba SLFF

Rencana MLFF

1973

Pembangunan jalan tol JAGORAWI kurang lebih 50 KM

2017

- e-money di semua jalan toll di Indonesia
- Pengguna uang elektronik hingga 2019 masih sebesar 16,7%

2019

- Ruas Toll Cengkareng-Merak
- Ruas Toll Bali-Mandara



Ruas Toll Bali-Mandara - RFID

2019



DSRC



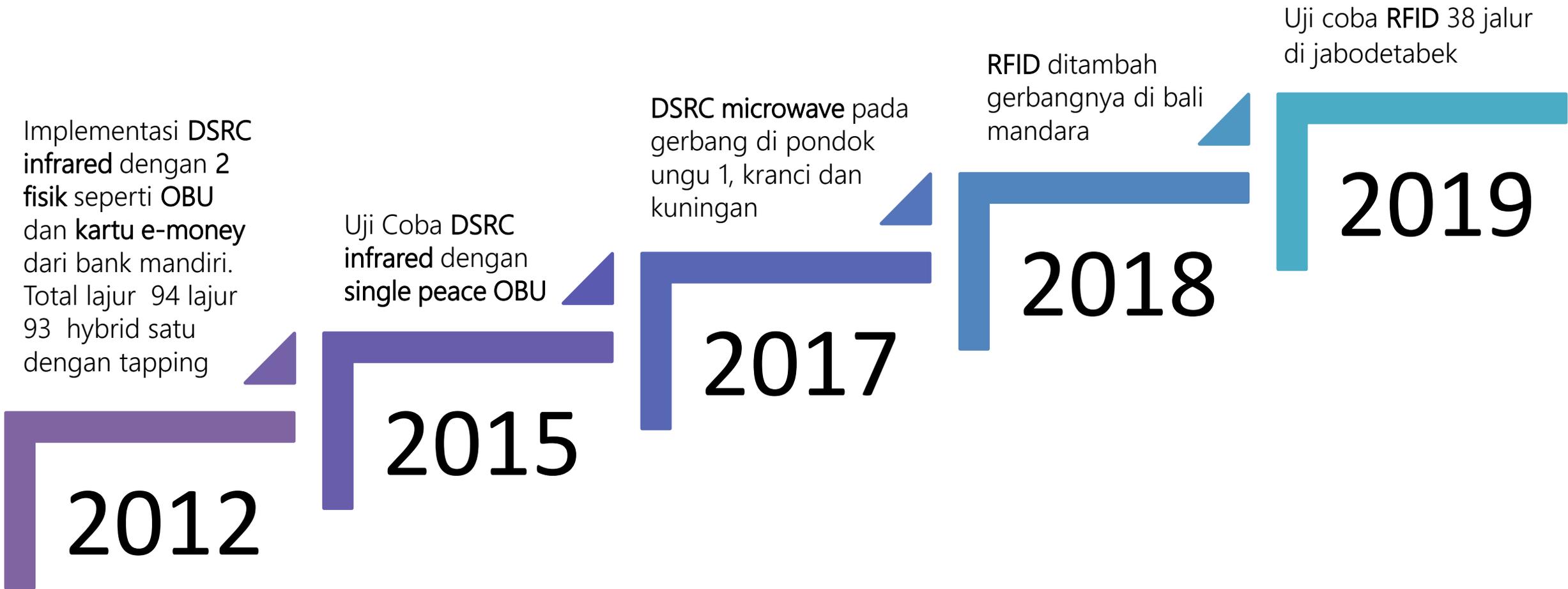
Rata-rata waktu transaksi 7 detik

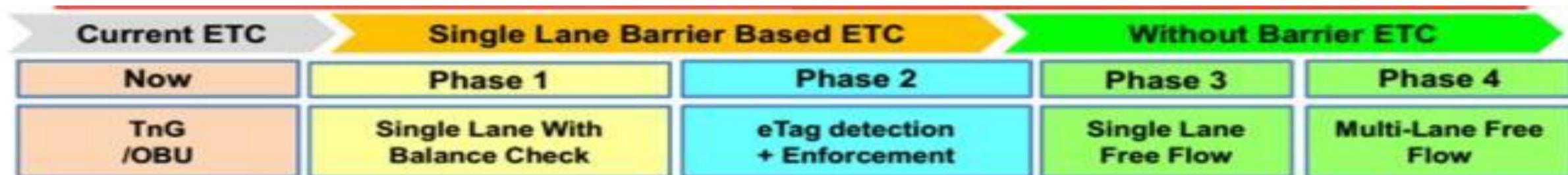


Rata-rata waktu transaksi 5 detik



UJI COBA ETC OLEH PT. JASA MARGA





Entry criteria for next phase



- Standarisasi sistem dan peralatan transaksi
- Mendefinisikan Model Operasi & KPI
- Kebijakan dan regulasi yang mendukung pelaksanaan ETC (ijin kendaraan, klasifikasi dan sistem tarif kendaraan)
- Penerapan uji cobasistem ETC untuk user internal BUJT

- Tingkat akurasi data Kendaraan bermotor dalam Electronic Registration & Identification (ERI) **80%**
- Penerapan sistem blacklist pada kendaraan yang tidak terdaftar
- Penerapan awal *image processing system*
- Regulasi mendukung sistem penindakan pelanggaran ETC

- Tingkat akurasi data Kendaraan bermotor dalam Electronic Registration & Identification (ERI) **99%**
- Validasi transaksi 100%
- Penerapan sistem blacklist lebih diperketat
- Image processing 70%
- Pengguna ETC lane 45%
- Multi Golongan ETC

- Image processing 100%
- Peningkatan komunikasi publik penerapan *Multi Lane Free Flow*
- Pengguna ETC lane 65%
- Multi Golongan ETC

TUJUAN

Untuk itu perlu dilakukan kajian mendalam teknologi yang cocok dengan kondisi di Indonesia baik dari sisi pengguna, pengelola jalan tol dan pemerintah sebagai regulator. Untuk itu, pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

- Kriteria apakah yang digunakan dalam pemilihan teknologi *Electronic Toll Collection* (ETC)
- Teknologi ETC berdasarkan kriteria tersebut
- Interoperability system pembayaran elektronik yang ada di wilayah jabodetabek (Toll, Electronic Road Pricing dan Parkir)



TINJAUAN PUSTAKA

URAIAN	KELEBIHAN	KELEMAHAN
DSRC (<i>Dedicated short-range communication</i>)	DSRC merupakan pengembangan dari RFID dengan mengadopsi banyak standard baik standard family TC278 (https://www.itsstandards.eu/9-work-area) maupun ISO TC204.	kurang fleksibel, kurang akurasi pada cuaca buruk, kurang layak, kurang penyimpanan informasi dan sangat mudah untuk di curi
RFID (<i>Radio frequency identification</i>)	Teknologi RFID dipatenkan tahun 1973 oleh Mario Cardullo https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification	masalah gangguan di antara frekuensi perangkat (ponsel, IVU lainnya, walkie-talkie, FM radio dan gadget elektronik lainnya) disekitar gantry tol. Sudut pemasangan alat memainkan peran penting untuk kendala dan akurasi yang tinggi
Video Tolling yang terdiri dari ANPR (<i>Automatic Number Plate Reader</i>)	Identifikasi kendaraan untuk pengurangan pembayaran tol dan penerbitan/pencatatan peringatan pelanggaran. Metode ini akan membantu mendeteksi pencurian kendaraan dan penggunaan plat nomor palsu	Teknologi ANPR tidak bergantung kepada temperature. Teknologi ANPR lebih bergantung kepada jenis plat nomor yang dipergunakan.
<i>Global Positioning System</i> (GNSS)	Sistem ini sangat andal, akurat dan efisien, tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, opsi pembayaran sangat fleksibel, detail pembayaran yang sesuai dan dapat digunakan oleh polisi untuk pengawasan di jalan Di Eropa, teknologi GNSS dikombinasikan dengan DSRC dan ANRP untuk keperluan penindakan. Di Jerman, dibutuhkan sekitar 300 Gantry untk penindakan.	Investasi Kepada pengguna Akan menjadi Lebih Mahal (biaya on-Bord Masing-masing Kendaraan)

BENCHMARKING (SINGAPORE DAN MALAYSIA)

Singapore: Electronic Road Pricing

- since 1975 Singapore Area Licensing Scheme
- in the beginning only morning peak
- since 1989 extended to the evening peak
- since 1998 DSRC
- fees are time-dependant (long-term view, also traffic-dependant)



Sumber: DR. IR. RESDIANSYAH, ST, MT, IPM CMITL, MITS, MIEM, MTSSM

No	Tahun	ETC Sistem	Operator	Jalan Toll	Technology
1	1994	ETC System Plus Tag	PLUS	North-Klang Valley Expressway (NVKE), hanya 22km dari 848 km jalan raya	2.45 GHz Microwave
2	1995	Pertama kali pre-paid contactless smartcard (Bridge KAD)	Penang Bridge	Penang Bridge, menghubungkan Semenanjung Malaysia dengan Pulau Penang	Contactless Smartcard Technology
3	1997	ETC aplikasi Touch 'n Go GPS	RSSB	Metramac	Contactless Smartcard Technology
4	1998	Infrared On-Board-Unit ETC system (smart tag)	RSSB	Penang Bridge, NSE and some city Expressways	Infrared Technology (two Piece tag)
5	2000	5.8 Ghz Microwave ETC in Malaysia (Saga Tag)	Grand Saga	Cheras-Kajang Highway	5.8 GHz Microwave Technology
6	2001	The inter-operable KESAS SPRINT and LDP Higway (Express Tag)	Gamuda	KESAS, LDP and SPRINT Expressways	5.8 GHz Microwave Technology
7	2004-skrng	Single ETC system (Touch n Go and Smart Tag)	RSSB	Seluruh Jalan tol di Malaysia	Infrared Technology (two Piece tag)

Sumber: PIARC International Seminar on Intelligent Transport System (ITS) In Road Network Operations (MALAYSIA)

BENCHMARKING (TAIWAN)

- Area: 36,192 Km²
- Population: 23M
- Registered vehicle: 7.1M
- Total highway distance: 1000Km
- The Highway Bureau awarded 20 years BOT concession to FETC in 2004
- SLFF tolling since 2006: 22 toll plaza stations (136 ETC lanes)
- MLFF tolling from 2014: 319 gantries (1246 ETC lanes)

▶ Manual toll



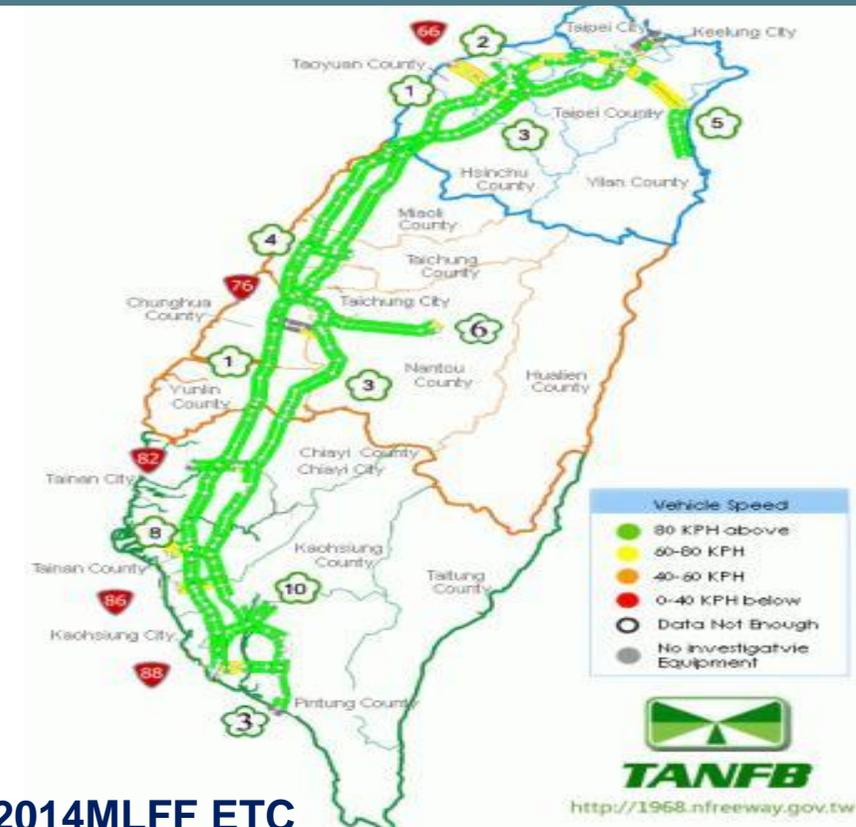
▶ Phase I : 2006 SLFF ETC

- ▶ Manual toll & ETC toll
- ▶ Extend ETC Lane by usage

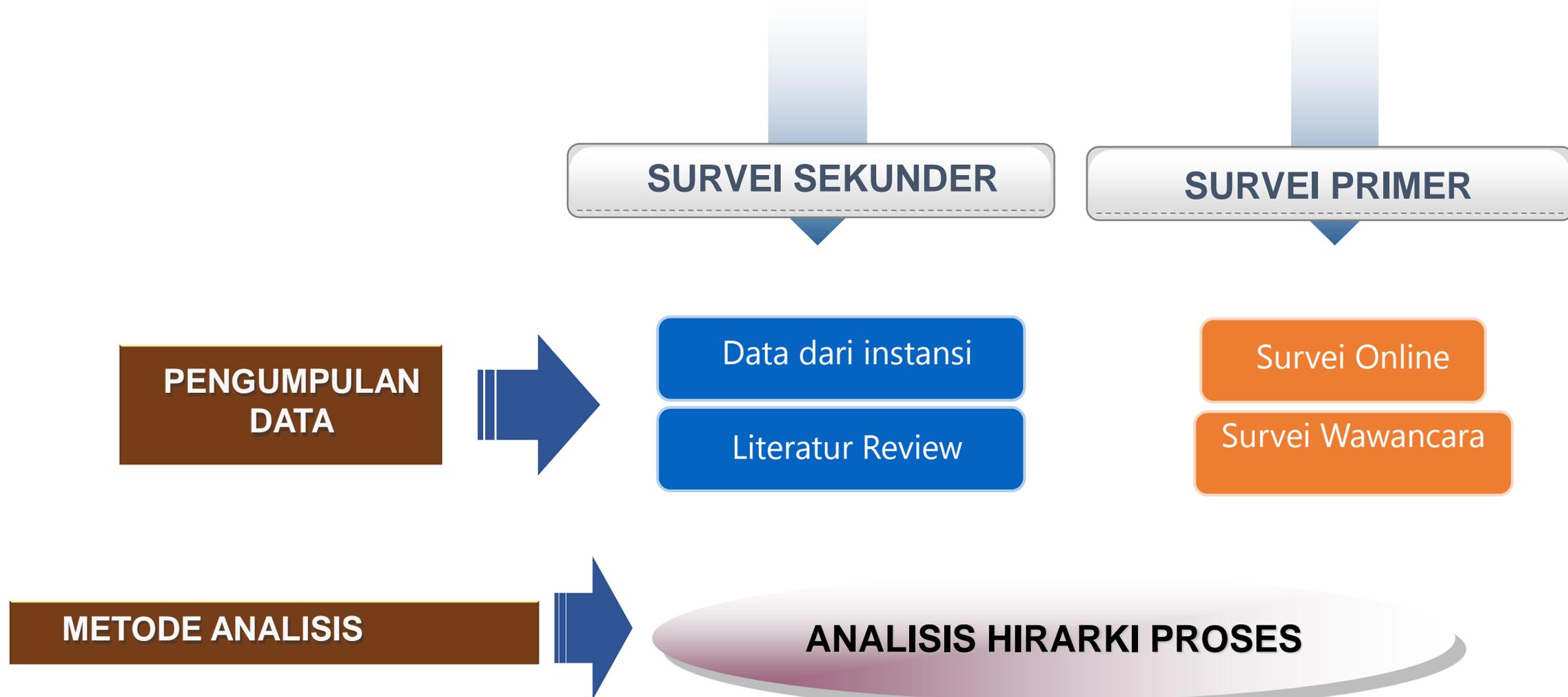


▶ Phase II: 2014MLFF ETC

- ▶ Construct 319 new gantries
- ▶ Full ETC service (without manual)



METODOLOGI



KRITERIA YANG DIGUNAAN

Narasumber
Dr. Ir. Resdiansyah

Bank Indonesia

Dinas Perhubungan DKI
Jakarta

Ditjen Darat

FOCUS GROUP DISCUSSION

Direktur RFID

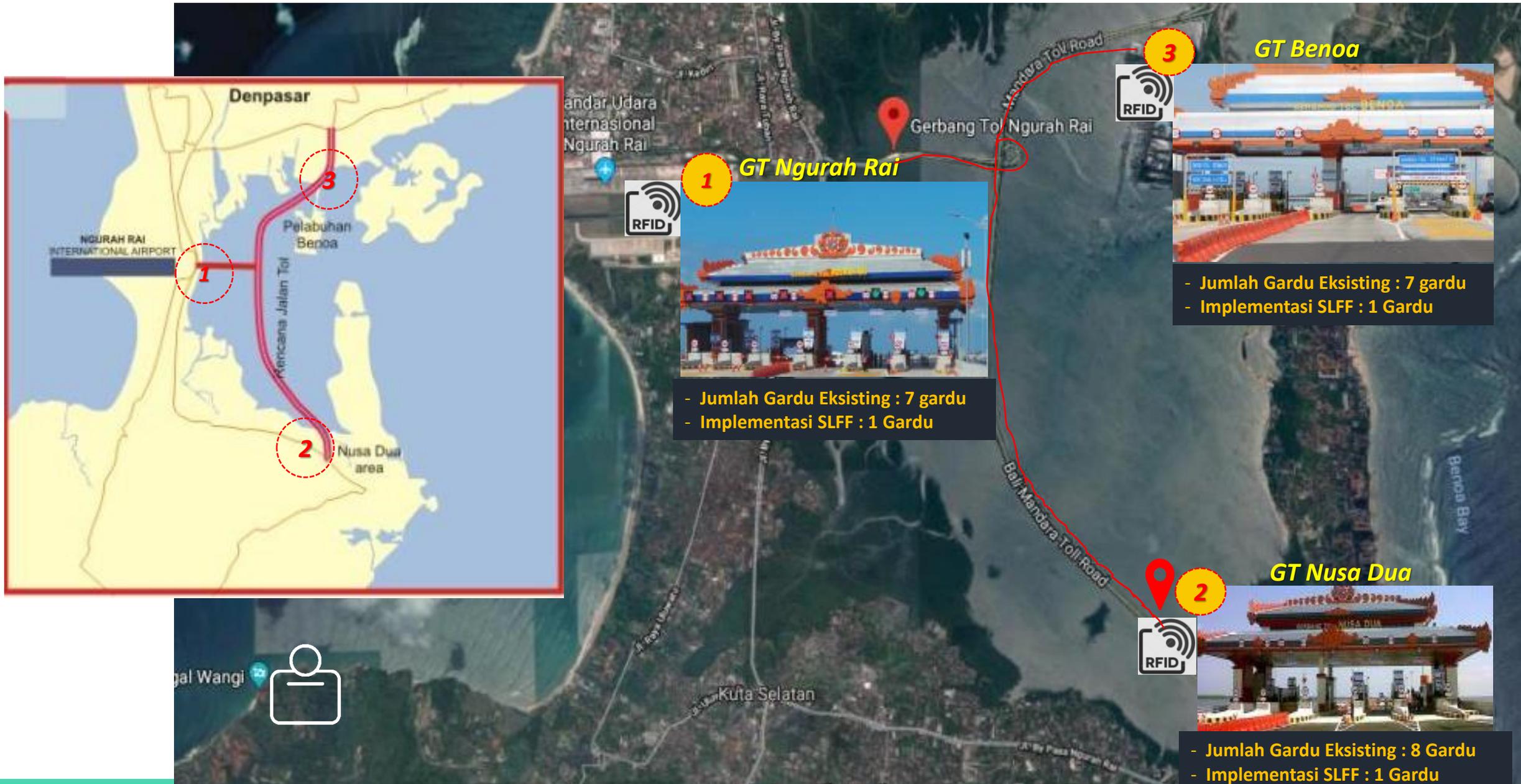
Kementerian Kemenifo

Kementerian PUPR (BPJT)

PT. Jasa Marga



Layout Uji Coba Ruas Bali Mandara Tol



KRITERIA YANG DIGUNAKAN

NO	KRITERIA	URAIAN	KEBUTUHAN DATA	JENIS SURVEI
1	Biaya	Ini adalah faktor utama untuk berinvestasi dalam teknologi baru apa pun. Biaya yang dimaksud adalah biaya pemasangan, pengoperasian dan pemeliharaan serta biaya integrasi (interface, upgrade dll). Sebelum mengadopsi teknologi yang lebih baru di seluruh negara, penting untuk memperkirakan tentang anggaran terutama untuk negara berkembang. Jadi kita harus membuat beberapa kompromi sesuai dengan kondisi keuangan kita.	Biaya pemasangan Biaya Operasional Biaya Pemeliharaan Biaya Integrasi	Data sekunder
2	Keandalan/keakurasian	Ini mempertanyakan kemampuan sistem untuk tidak membuat kebingungan mengenai identitas kendaraan dan opsi pembayaran. Karena hampir di setiap negara kategori kendaraan yang berbeda (mis. Kendaraan roda dua, SUV, bus, truk, kendaraan multi-gandar dll). Pembayaran biaya tol yang berbeda untuk jarak perjalanan yang sama, sehingga tidak boleh ada ambiguitas dalam deteksi kendaraan dan pengurangan uang yang sesuai.	Tingkat keakurasian teknologi berdasarkan literatur review	Data primer Survei wawancara 1. Stakeholder 2. Regulator 3. Tenaga Ahli/Narasumber Data Sekunder: Literatur review

KRITERIA YANG DIGUNAKAN

NO	KRITERIA	URAIAN	KEBUTUHAN DATA	JENIS SURVEI
3	Dampak lingkungan	Kriteria ini menggambarkan sejauh mana teknologi lebih aman bagi lingkungan.	<p>Pengaruh pemanfaatan teknologi terhadap lingkungan (antrian)</p> <p>Emisi akibat : develop dan developing country (emisi akan effect langsung terhadap emisi kemacetan (antrian)</p> <p>Emotional attitude</p> <p>Social environmental</p> <p>Tingkat happiness</p>	<p>Data primer</p> <p>Survei wawancara</p> <p>Data Sekunder: Literatur review</p>
4	Fleksibilitas	Perlu dicatat bahwa teknologi yang digunakan terkadang tidak terpisah dari kepentingan lainnya. Pemanfaatan sistem ETC juga dapat dilakukan untuk navigasi, pencegahan pencurian mobil dan pengawasan lalu lintas adalah contoh yang terkenal dari tujuan sekunder tersebut.	<p>Multifungsi atau single fungsi dari multi kementerian/Lembaga</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penggalangan 2. Pencurian 3. Kecelakaan 	<p>Data primer</p> <p>Survei wawancara</p> <p>Data Sekunder: Literatur review</p>

KRITERIA YANG DIGUNAKAN

NO	KRITERIA	URAIAN	KEBUTUHAN DATA	JENIS SURVEI
5	Kecepatan data	Ini adalah tingkat di mana sistem yang diadopsi dapat membaca, mendeteksi dan mengumpulkan informasi kendaraan yang melewati pintu tol dalam kondisi normal. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor selain kemampuan sistem yang diadopsi seperti kondisi cuaca, kabut, debu, keberadaan logam, posisi sudut tag dan antena penerima / kamera	sistem yang diadopsi dapat membaca, mendeteksi dan mengumpulkan informasi kendaraan yang melewati pintu tol dalam kondisi normal dan unnormal	Data primer Survei wawancara Data Sekunder: Literatur review (studi yang bisa digunakan jasa marga) Bali dan tangerang
6	Tingkat Penerimaan	Ini menggambarkan kesediaan orang untuk menerima teknologi (pengguna, operator, pihak berwenang dan pemerintah). Ini bervariasi dari manusia ke manusia tergantung pada psikologi dan pemahaman mereka.	kesediaan orang untuk menerima teknologi (pengguna, operator, pihak berwenang dan pemerintah)	Data primer Online survei Data Sekunder: Literatur review

KRITERIA YANG DIGUNAKAN

NO	KRITERIA	URAIAN	KEBUTUHAN DATA	JENIS SURVEI
7	Implementasi	Kriteria ini menilai kelayakan implementasi sesuai infrastruktur saat ini dan ekonomi negara. Sebaiknya tidak memaksakan perubahan besar dalam infrastruktur hanya untuk mengadopsi teknologi baru.	Kelayakan implementasi sesuai dengan infrastruktur saat ini	Data primer Survei wawancara Data Sekunder: Literatur review
8	Kesiapan teknologi	teknologinya yang digunakan harus dipahami terlebih dahulu baik aspek positif dan negatifnya, untuk menghindari menyebabkan pemborosan waktu dan uang dalam jumlah besar	Aspek kesiapan teknologi	Data Sekunder: Literatur review
9	Kemudahan Penggunaan	Salah satu kriteria penting dari Pelanggan dan operator adalah lebih memilih teknologi praktis.	Kemudahan penggunaan	Survei primer ke masyarakat dan operator Online survei

KRITERIA YANG DIGUNAKAN

NO	KRITERIA	URAIAN	KEBUTUHAN DATA	JENIS SURVEI
10	Kompleksitas system	ETC bukan hanya sebuah sistem tetapi sebuah jaringan yang menghubungkan sejumlah titik termasuk pengguna, unit identifikasi kendaraan otomatis, unit klasifikasi kendaraan, operator tol, unit transaksi, penegakan pelanggaran, saluran bantuan dan badan pengatur. Ini semua saling terkait. Jika ada masalah yang terjadi dalam jaringan daripada harus diselesaikan sesegera mungkin, yang tergantung pada kesederhanaan sistem. Diamati bahwa kadang-kadang kesalahan kecil dapat mempengaruhi efisiensi lengkap	Sistem kerja perangkat teknologi	Data primer Survei wawancara Data Sekunder: Literatur review
11	Payung Hukum/Kebijakan	Teknologi yang akan diterapkan sudah atau akan didukung oleh peraturan perundang-undangan yang telah berlaku di Indonesia	Peraturan Perundang-Undangan	Data primer Survei wawancara Data Sekunder: Literatur review

HASIL DAN PEMBAHASAN

ANALISIS HIRARKI PROSES

Kriteria		CO1	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	bobot	Rank
Biaya	CO1	0.00	0.06	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04	0.06	0.04	0.03	11
Keandalan/Keakurasian;	CO2	0.15	0.00	0.14	0.19	0.22	0.25	0.18	0.17	0.25	0.15	0.11	0.16	2
Dampak lingkungan;	CO3	0.12	0.11	0.00	0.01	0.05	0.06	0.02	0.03	0.12	0.13	0.25	0.08	6
Fleksibilitas;	CO4	0.10	0.07	0.29	0.00	0.35	0.01	0.09	0.00	0.06	0.12	0.06	0.11	4
Kecepatan data	CO5	0.07	0.08	0.08	0.01	0.00	0.11	0.08	0.07	0.11	0.07	0.15	0.08	7
Tingkat Penerimaan;	CO6	0.11	0.12	0.11	0.53	0.07	0.00	0.16	0.56	0.05	0.13	0.07	0.17	1
Implementasi;	CO7	0.06	0.08	0.15	0.03	0.05	0.04	0.00	0.02	0.05	0.02	0.08	0.05	9
Kesiapan Teknologi;	CO8	0.15	0.09	0.12	0.00	0.06	0.01	0.15	0.00	0.18	0.11	0.09	0.09	5
Kemudahan penggunaan;	CO9	0.14	0.14	0.07	0.12	0.09	0.31	0.15	0.05	0.00	0.11	0.13	0.12	3
Kompleksitas Sistem;	CO10	0.02	0.07	0.02	0.02	0.04	0.03	0.09	0.02	0.05	0.00	0.03	0.04	10
Payung Hukum/Kebijakan;	CO11	0.08	0.18	0.02	0.07	0.03	0.13	0.05	0.06	0.08	0.09	0.00	0.07	8



- 3** PRAKTIKER
- 3** AKADEMISI
- 2** OPERATOR TOL
- 3** REGULATOR

HASIL DAN PEMBAHASAN

1

TINGKAT PENERIMAAN



2



2



1

OPERATOR

DSRC DAN RFID SUDAH ADA, SEDANGKAN GNSS BELUM ADA



Gerbang	Gardu	Jenis Gardu
Cikupa 2	40	Exit - GTO
Cikande	3	Entrance-Manual
SerBar	3	Entrance – Manual
Sertim	10	Exit - GTO

Layout Uji Coba Ruas Bali Mandara Tol (RFID)

HASIL DAN PEMBAHASAN

2

KEANDALAN/KEAKURASIAN

MULTIPATH FADING

Circular polarization

Table 1: Distance b of ellipse for e=2,5m

	n=0	n=1	n=2	n=3
DSRC	0,25m	0,44m	0,57m	0,68m
RFID	0,65m	1,15m	1,50m	1,80

WAKE UP TAG/OBU

DSRC OBUs tetap off dan akan aktif jika signal the 5,8 GHz terdeteksi

SECURITY

Keamanan DSRC / EFC berada pada tingkat keamanan yang biasanya diterapkan di bank untuk transaksi keuangan (**DES, X9.9 algoritme challenge-response**). "**Secure Application Module**" (SAMs) yang berisi semua informasi sensitif (kunci) digunakan dalam OBU dan RSU.



2



RFID

1



3

linear polarization

Waktu wake-up dari RFID Tag aktif sepanjang perjalanan

ISO / IEC 18000-6 tidak menentukan cara keamanan untuk otentikasi unit. Definisi **Modul Aplikasi Aman** (SAM) tidak diketahui. Sangat rentang pada ancaman, termasuk **cloning** karena kemungkinan kunci rahasia tertentu dibagikan di antara banyak tag, hanya satu kunci rahasia yang disimpan dalam tag.

Kuatnya signal satelit, bersama dengan suatu modul kode yang sangat maju, GNSS sangat bagus untuk mengurangi dampak *multipath*. GNSS memberikan peningkatan akurasi dan ketersediaan serta memungkinkan perubahan posisi dalam waktu yang lebih cepat.

Biasanya di GNSS "dikoreksi" oleh Software, di mana dibutuhkan pengetahuan yang detail tentang topologi jalan (biaya operasional yang tinggi). Singapura membutuhkan beberapa tahun dalam penerapan GNSS. Galileo akan menyediakan layanan otentikasi dan solusi enkripsi data yang meningkatkan Keandalan GNSS dan memungkinkan deteksi upaya untuk kesalahan sinyal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3

KEMUDAHAN PENGGUNAAN

OPERATOR

DSRC membutuhkan antenna dengan ukuran 30 mm by 30 mm
Penggunaan OBU tidak sesuai dengan kendaraan yang sudah terpasang seperti V-cool

tag RFID membutuhkan ukuran antena sekitar enam kali lebih besar dibandingkan dengan DSRC.



2



RFID

1



2

Tanpa gantry

REGULATOR

DSRC tidak ada paten, yang mengurangi biaya peralatan.

Penggunaan RFID harus menghubungkan setidaknya 15 pemegang paten

Open service

4

FLEKSIBILITAS

RFID hanya mengizinkan akses dan manipulasi pre-define area memory yang tidak diidentifikasi sebelumnya oleh EFC, **fleksibilitas RFID terbatas.**

Dukungan CEN DSRC standar sehingga berbagai aplikasi termasuk kemampuan roaming antar operator dimungkinkan. Pengembangan dukungan **CEN DSRC lebih lanjut seperti parkir elektronik, registrasi dan identifikasi elektronik, dll.**

GNSS dapat digunakan untuk mengisi daya sesuai dengan prinsip yang berbeda (waktu, jarak, tempat, jenis kendaraan, level, emisi, dll.) dan dapat disesuaikan dengan perkembangan kebutuhan yang berkembang dan hemat biaya → **sangat fleksible**

Di Jakarta, lokalisasi tag RFID yang salah dapat menyebabkan salah pembayaran atau pembayaran yang "tidak diinginkan" mis. kendaraan parkir di jalan dekat dengan sensor. Selain itu, lokalisasi RFID yang salah juga dapat memengaruhi beberapa titik pembayaran jika lokasi titik pengisian berdekatan.



2



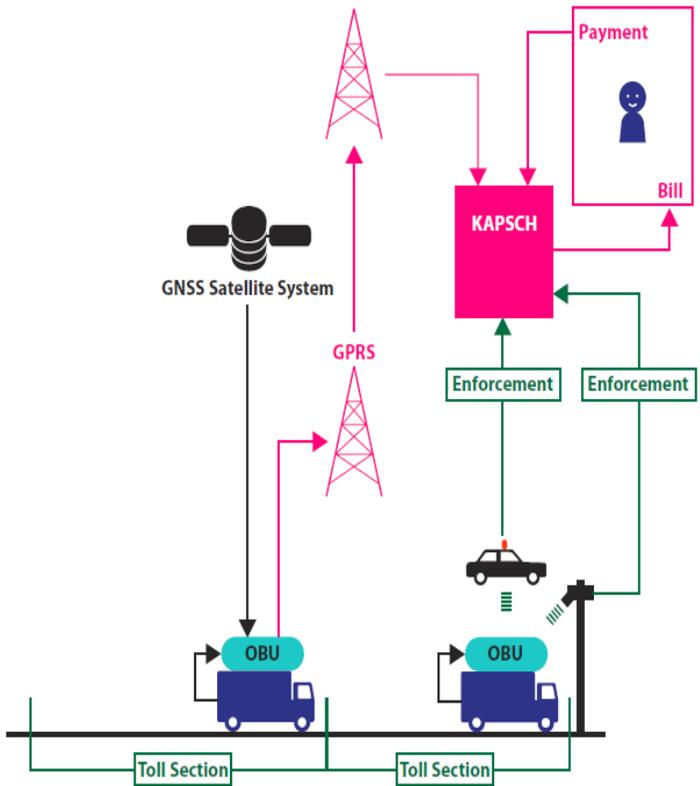
RFID

1

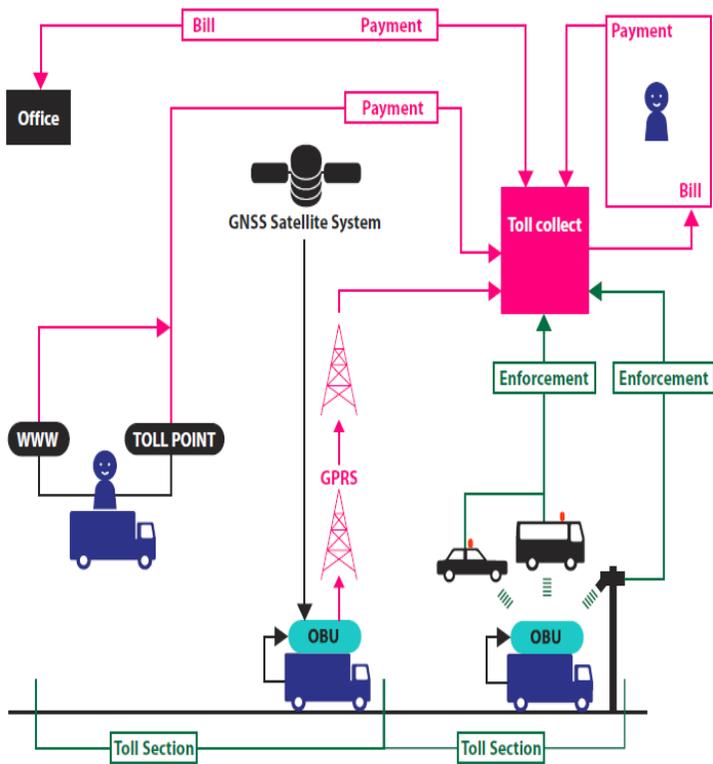


3

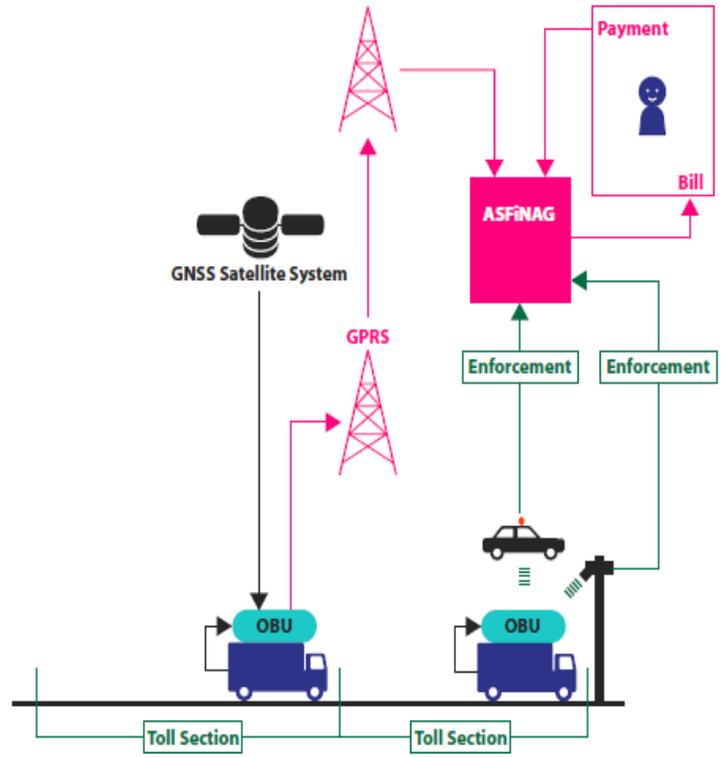
Penerapan GNSS



Penerapan GNSS di Ceko dengan menggunakan Gantry untuk penindakan pelanggaran.



Penerapan GNSS di Jerman dengan menggunakan Gantry untuk penindakan pelanggaran.

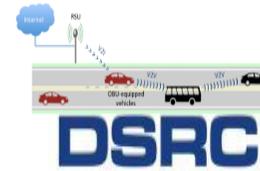


Penerapan GNSS di Austria dengan menggunakan Gantry untuk penindakan pelanggaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

5

KESIAPAN TEKNOLOGI



3



RFID

2



1

QUALITY OF SPECIFICATION

CEN DSRC menggunakan standar **internasional terbuka** yang dikembangkan oleh (antara lain) CEN, CENELEC, ETSI dan ISO.

RFID menggunakan spesifikasi khusus

Belum ada kebijakan pengaturan sinyal satelit di Indonesia

TRANSPONDER TECHNOLOGY

DSRC beroperasi at 5,8 GHz dengan Panjang gelombang 52 mm. rasio jika dibandingkan dengan RFID adalah sekitar 6,4.

RFID pada frekuensi 923-925 MHz dengan Panjang gelombang mendekati 333 mm.

modul tersebut berhubungan dengan *end to end* atau *machine to machine* seperti tracking karena ditransmisikan ulang dari gps ke gps → diuji dan disertifikasikan. Namun untuk gps dihandpone tidak perlu diratifikasi karena modul radio dari phone seluler.

FREQUENCY/WAVELENGTH

Sedangkan penggunaan 5,8 GHz telah diregulasi dan secara legal dapat digunakan untuk EFC di Indonesia. Untuk pengembangan sudah disiapkan hingga 5,9 terutama untuk ITS berdasarkan aturan ICAO yang baru.

Total Bandwith 2 MHz maksimum hopping channel 500 KHz. Jika membutuhkan power disediakan tambahan 2 watt tapi masuk pada izin frekuensi radio dan harus melalui proses analisis teknis. Khusus untuk RFID bisa mencapai 2 watt.

Berbeda dengan Taiwan yang memberikan pengatusan frekuensi yang cukup besa dan lebar serta cukup aman (60 watt)

PENGGUNAAN FREKUENSI

NO	NEGARA	MLFF ATAU SLFF	FREQUENCY	TEKNOLOGI	MERЕК READER	POWER READER
1	TAIWAN	MLFF	922-928 MHZ	UHF	NEOLOGY 6204	1 WATTS
			922-928 MHZ	UHF		0.5 WATS
2	MALAYSIA	MLFF	919-923 MHZ	UHF	YDT	2 WATTS
3	INDIA	MLFF	865-867 MHZ	UHF	FEIG AND TAGMASTER	4 WATTS

HASIL DAN PEMBAHASAN

6

DAMPAK LINGKUNGAN



3



RFID

3



3

Dampak ETC untuk Pemerintah

- ✓ Peningkatan kapasitas
- ✓ Penurunan Kemacetan
- ✓ Transparansi transaksi
- ✓ Kontrol emisi
- ✓ Penurunan Kecelakaan

ETC BENEFITS TO BUSINESS

- ✓ Membangun ekosistem ETC
- ✓ Pengembangan pengumpulan data dan analisis
- ✓ Integrasi sumberdaya

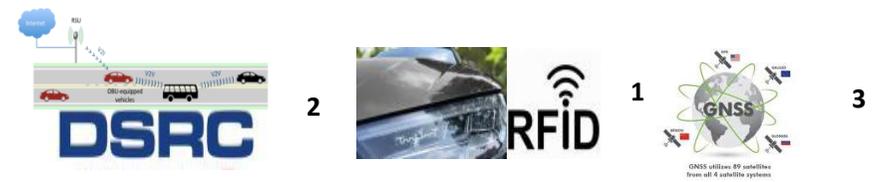
ETC BENEFITS TO COSTUMERS

- ✓ Hemat Waktu
- ✓ Hemat BBM
- ✓ Perbaikan pelayanan transportasi
- ✓ aman

HASIL DAN PEMBAHASAN

7

KECEPATAN DATA



Kecepatan (KM/Jam)	Jarak tempuh per detik (Meter)
20	5.56
30	8.33
40	11.11
50	13.89
60	16.67
70	19.44
80	22.22
90	25
100	27.78

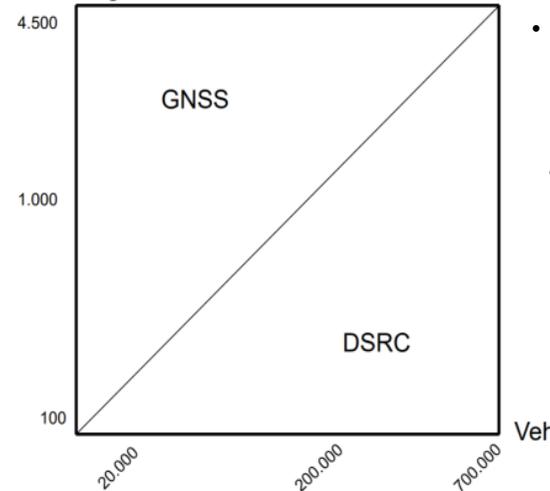
RFID UHF Reader Specifications	
RFID Protocol Support	EPC Global Gen 2 (ISO 18000-6C) with DSM ISO 18000-6B (optional)
Antenna Connector	Four 50 Ohm SMA/DC (or N-type female) connectors supporting four connector antennas
RF Power Output	Separate read and write levels, constant adjustable from 1 dBm to 31.5 dBm* (1.4W) with +/- 0.5 dBm accuracy above +15 dBm
Regulatory	Pre-configured for the following regions: FCC 902-928 MHz (America) ETSI 865-867.4 MHz (EU) KCC 917-920.5 MHz (Korea) TRAI 865-867 MHz (India) ACMA 820-926 MHz (Australia) *Open (Customizable) 865-869 MHz, 902-928 MHz
DC Power Required (typical values)	DC Voltage: 3.0 VDC +/- 5% DC power: 6.7 W @ 31.5 dBm 4.2 W @ power levels under +17 dBm
Idle Power Consumption (typical values)	0.25 W with 15 msec response time Power Saving Options: 0.07 W with 40 msec response time 0.05 W with 50 msec response time
Certification	FCC 47 CFR Ch. 1 Part 15 Industrie Canada RSS-210 ETSI EN 302 206 ETSI EN 500 226
Operating Temperature	-40°C to +60°C
Storage Temperature	-40°C to +85°C
User-accessible Flash Memory	16 kB
Tag Buffer	Over 1000 tags under normal conditions
Performance	More than 750 tags/second using high-performance settings
Max Tag Read Rate	Over 30 feet (9 m) with 6 dBm antenna (16 dBm ERP)
Max Tag Read Distance	-75 dBm at full transmit power with typical antenna
Receive Sensitivity	-75 dBm at full transmit power with typical antenna
Dimension	18 x 14 x 5 cm/5 approximately



BUJT



Road segments



- Titik persimpangan di mana GNSS atau DSRC adalah teknologi yang paling disukai, berdasarkan jumlah ruas jalan dan jumlah kendaraan yang berlaku untuk tol
- Jumlah jalan memberi indikasi berapa banyak titik pembayaran harus dipasang.
- Studi kasus Jakarta: Panjang jalan 7.000 km dengan jumlah kendaraan 3.997.670 → GNSS

HASIL DAN PEMBAHASAN

8

PAYUNG HUKUM/KEBIJAKAN



PM 1 tahun 2019

penggunaan spektrum frekuensi radio berdasarkan izin kelas.



Peraturan Dirjen No 4 tahun 2015

persyaratan teknis alat dan/atau perangkat telekomunikasi DSRC



Peraturan Dirjen No 221 tahun 2007

persyaratan teknis alat dan perangkat RFID



Peraturan Pemerintah 53 tahun 2000

penggunaan spektrum frekuensi radio dan orbit satelit

Belum ada peraturan Terkait ITE dan juga Electronic Law Enforcement?

HASIL DAN PEMBAHASAN

9

IMPLEMENTASI



SYSTEM ARCHITECTURE

Central Control Building

- Data backup and transfer
- ALPR data verification
- Customer service
- Operation report / analysis
- Reconciliation management
- Operation parameter management
- System status monitoring
- Tag inventory management

Toll Plaza

- Lane monitoring
- Data backup and transfer
- Video enforcement
- Traffic control
- Emergency management
- Report
- Field equipment maintenance

Toll Service Store

- Tag registration/unregistration service
- Tag installation / replacement
- Top up
- Report
- Customer service
- Inventory management

Toll Lane

- Automatic vehicle identification
- Automatic vehicle classification
- Cash/ Non-cash payment
- Video enforcement
- Traffic control
- Information service

MTC Lane ETC Lane ETC MLFF

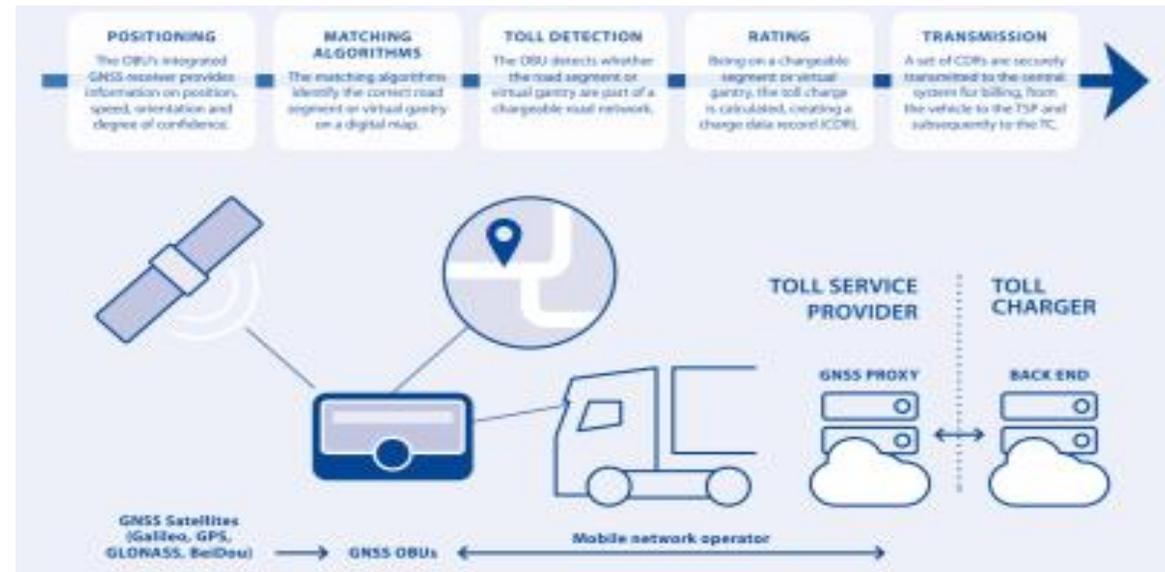
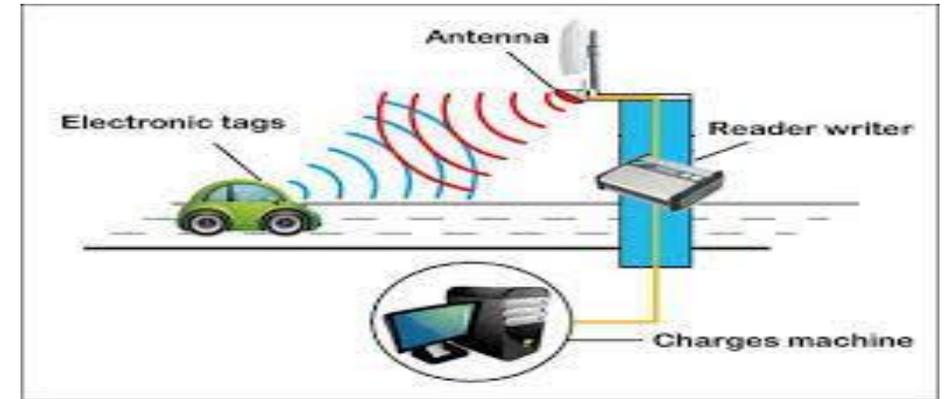
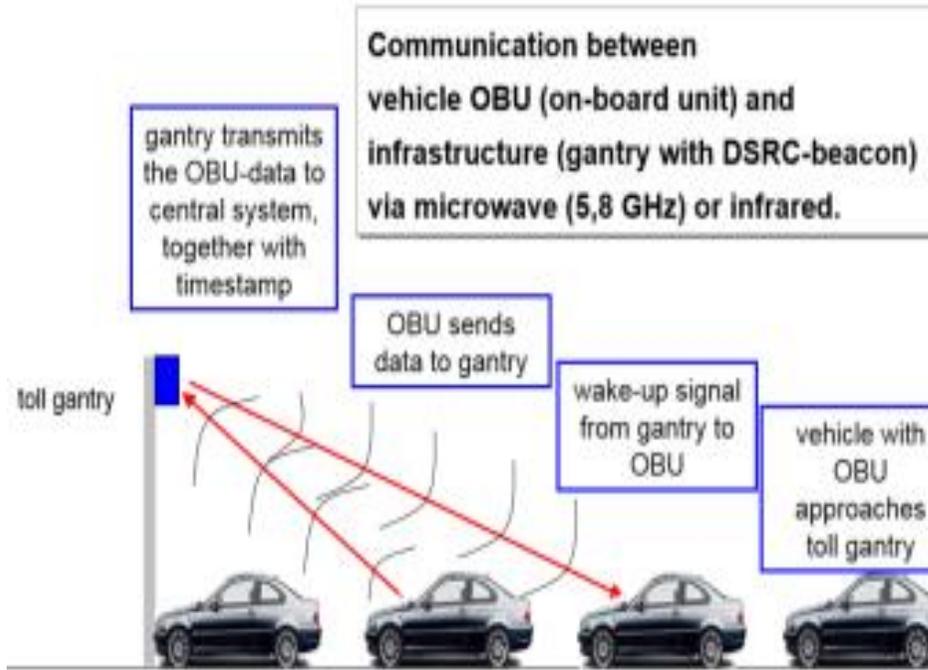
Penggunaan V-kool/kaca mengandung metal dan sejenisnya pada kaca kendaraan dapat mengurangi pembacaan OBU pada kendaraan

Data Kendaraan Belum terdokumentasikan dengan baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

10

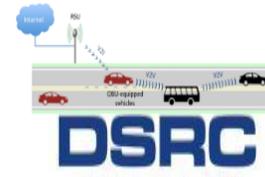
KOMPLEKSITAS SYSTEM



HASIL DAN PEMBAHASAN

11

BIAYA



3



RFID

3



1

OBU RFID bertenaga baterai akan memiliki harga yang sama dengan OBU DSRC CEN. OBU tanpa baterai memiliki harga satuan yang lebih rendah, tetapi karena masa pakainya jauh lebih pendek daripada OBU CEN DSRC, **total biaya peralatan** adalah paling tinggi untuk OBU RFID dibandingkan dengan OBU CEN DSRC.

Dengan demikian tag RFID memiliki harga lebih murah jika dibandingkan dengan OBU DSRC karena perbedaan mendasar dalam fungsi dan kinerja. Perbedaan harga furnitur di jalan/gantry terutama untuk tingkat keamanan dan kepercayaan yang baik seperti biaya peralatan penegakan (lokalisasi, kamera). DSRC menawarkan **solusi yang lebih murah** karena frekuensi komunikasi yang lebih tinggi.

Biaya GNSS **20 kali lebih mahal dibandingkan** dengan harga DSRC

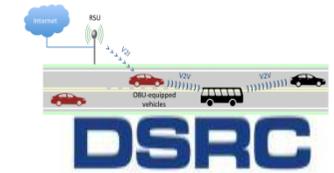
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan 01

TEKNOLOGI ETC

Kriteria	Rank			Skoring		
	DSRC	RFID	GNSS	DSRC	RFID	GNSS
Biaya	3	3	1	0.102	0.102	0.034
Keandalan/Keakurasian;	2	1	3	0.330	0.165	0.495
Dampak lingkungan;	3	3	3	0.247	0.247	0.247
Fleksibilitas;	2	1	3	0.210	0.105	0.315
Kecepatan data	2	1	3	0.152	0.076	0.227
Tingkat Penerimaan;	2.333	2.000	1.667	0.403	0.345	0.288
Implementasi;	3	3	3	0.155	0.155	0.155
Kesiapan Teknologi;	3	2	1	0.262	0.175	0.087
Kemudahan penggunaan;	2	1.667	2.333	0.237	0.197	0.276
Kompleksitas Sistem;	3	3	1	0.106	0.106	0.035
Payung Hukum/Kebijakan;	3	2	1	0.218	0.146	0.073
		Total		2.421	1.818	2.232

Rank 1



Rank 2

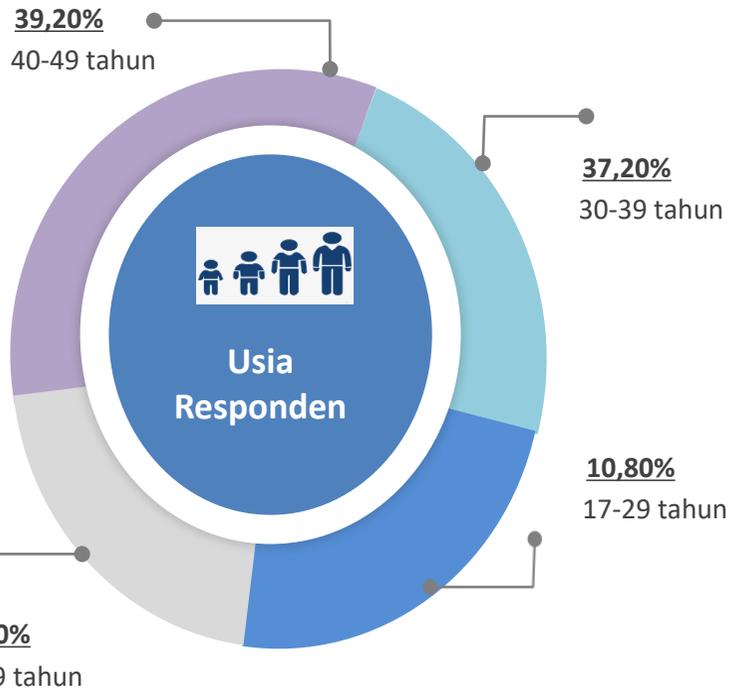
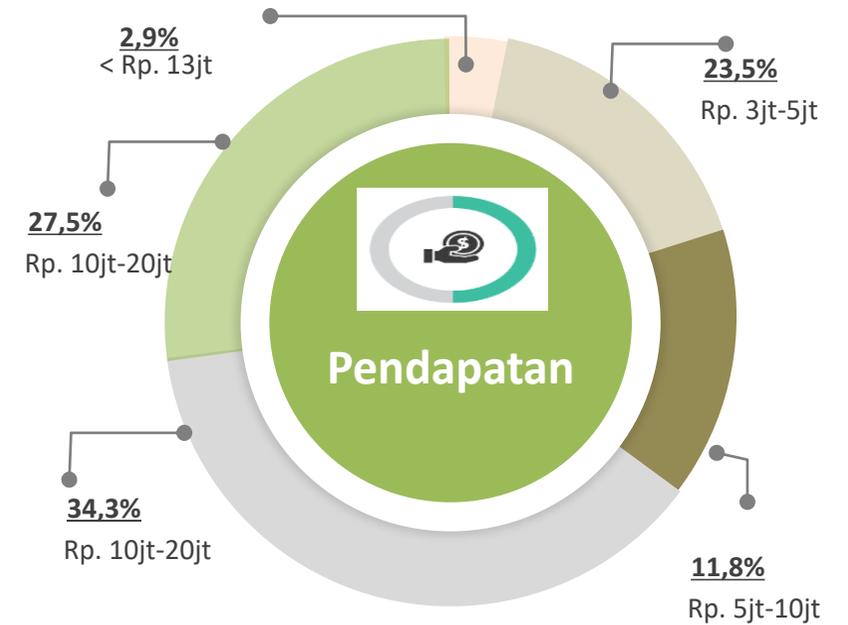
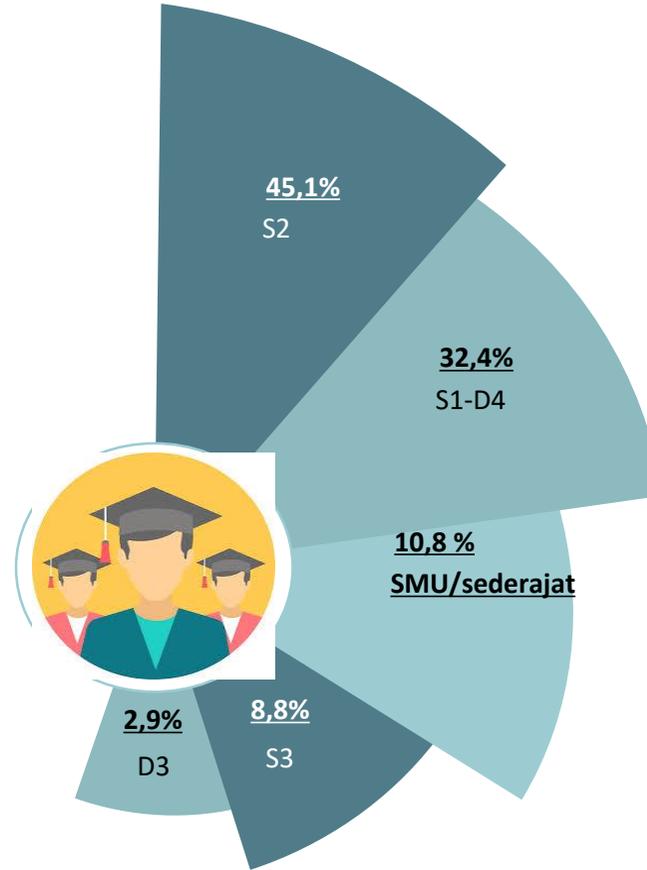
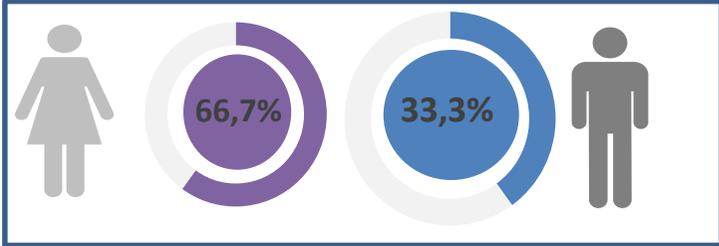


Rank 3

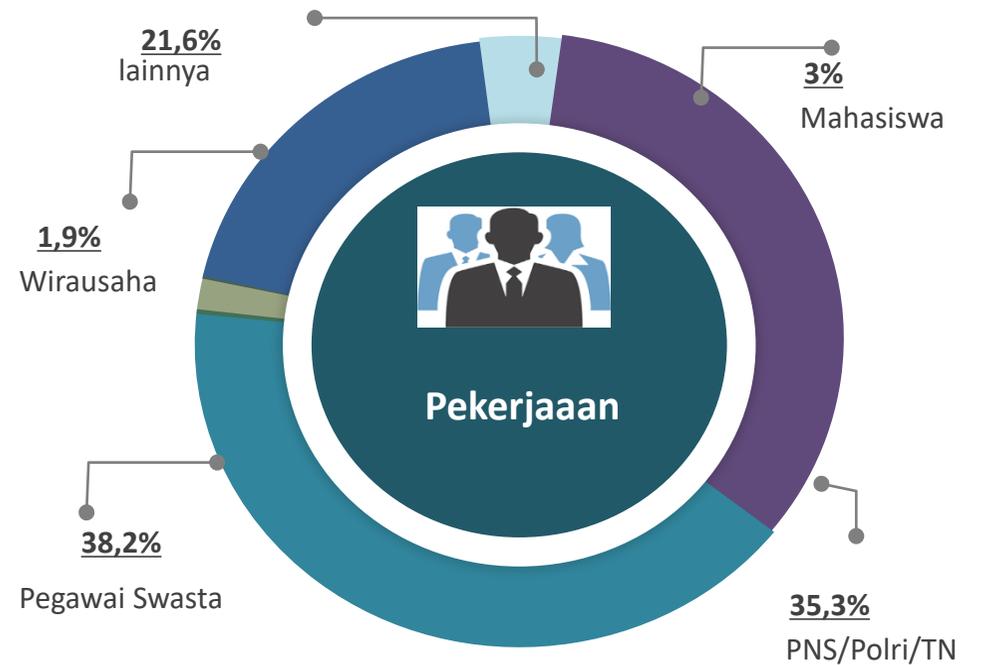
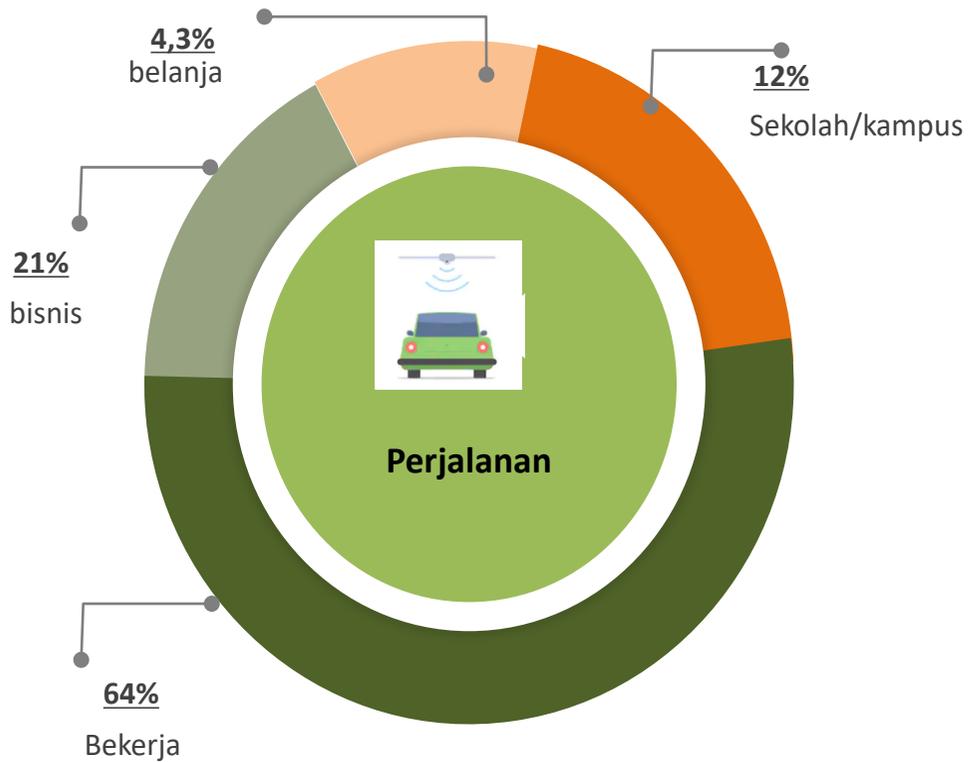


PERSEPSI RESPONDEN

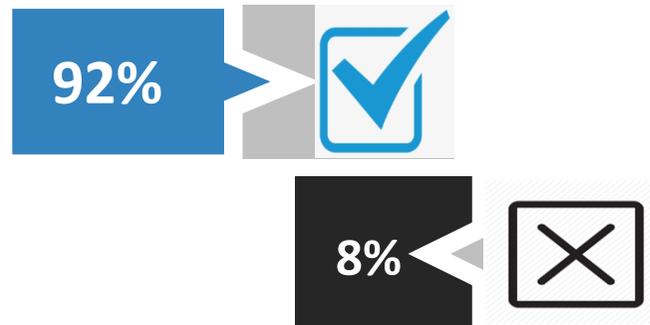
Jenis Kelamin



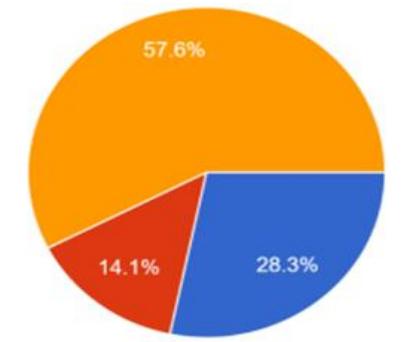
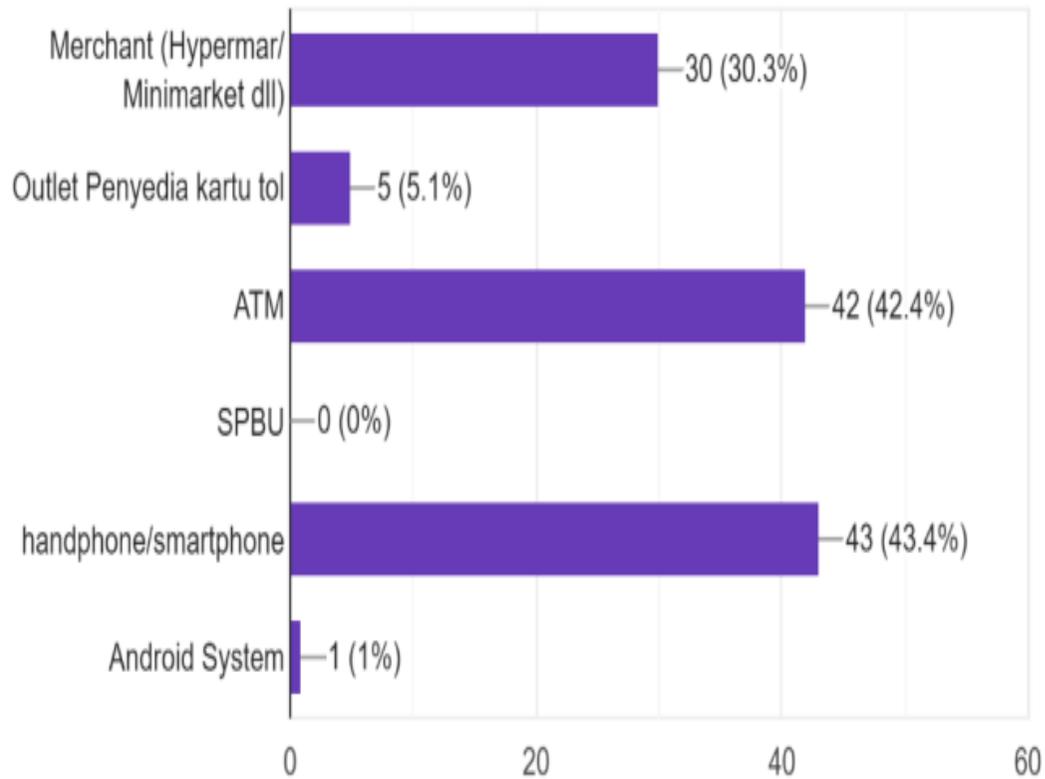
PERSEPSI RESPONDEN



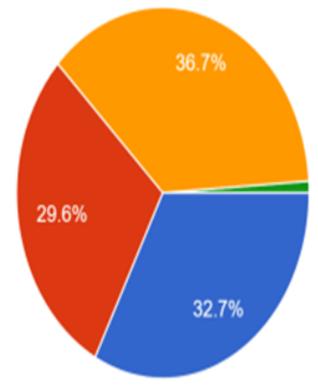
**Penerimaan
Responden
Terhadap
ETC**



PERSEPSI RESPONDEN



- Tapping dengan pintu
- Tapping tanpa pintu
- tanpa pintu dan tanpa tapping



- OBU (on Boar Unit)
- Stiker di headlamp/kaca depan
- handphone/smartphone
- Stiker

INTEROPERABILITY

Interoperabilitas merupakan kemampuan berbagai ragam sistem untuk bekerja sama untuk digunakan oleh sistem lain.

Electronic Tolling Interoperability: **"interoperable"** sistem sebagai satu kesatuan yang memudahkan pengemudi menggunakan hanya satu **"account"** yang membolehkannya membayar disemua fasilitas tol yang ada.



INTEROPERABILITY

Future Roadmap: Silo or Convergence?



E-Parking

Challenges

- Stop and go traffic
- Payment
- Interoperability
- Enforcement (on street parking)
- Underground (no GPS signal)



Enforcement

Challenges

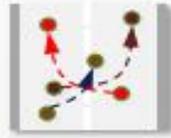
- High speed > 120km/h
- Lane straddling
- Interoperability
- Single Identity
- Enforcement
- Automatic vehicle classification
- Plate number recognition
- Road topology e.g. Elevated roads
- Frequency interference in the city
- Multipath fading because of buildings
- E-STNK (ERI)



Ferry

Challenges

- Stop and go traffic
- Payment
- Interoperability
- Vehicle classification



ETC MLFF

Challenges

- High speed > 120km/h
- Lane straddling
- Payment
- Interoperability
- Automatic Vehicle Classification
- Plate number recognition
- Enforcement



Drive through

Challenges

- Stop and go traffic
- Payment
- Interoperability with merchants
- Enforcement



ERP MLFF

Challenges

- High speed > 120km/h
- Lane straddling
- Payment
- Interoperability
- Single Identity
- Enforcement
- Automatic vehicle classification
- Plate number recognition
- Road topology e.g. Elevated roads
- Frequency interference in the city
- Multipath fading because of buildings
- Lane based charging e.g. for Busway lane



Port/ Access Control

Challenges

- Stop and go traffic
- Payment
- Interoperability
- Enforcement
- Paperless approval (writing information into tag)



Petrol Station

Challenges

- Stop and go traffic
- Payment
- Interoperability with merchants
- Enforcement
- Tag personalization

INTEROPERABILITY JALAN BERBAYAR

1

Teknologi Standar Terbuka

Teknologi yang dipergunakan harus mengikuti standar terbuka sehingga menghindari monopoli dari penyedia tertentu. Di dalam hal ini OBU dari semua penyedia harus dapat dibaca oleh reader dari penyedia lainnya.

2

Faktor Keamanan

Karena dipakai untuk transaksi pembayaran, maka teknologi juga harus mendukung faktor keamanan, termasuk di dalamnya penggunaan penomoran yang unik (tidak anonymous) dan mendukung ERI untuk penindakan hukum.

3

Perjanjian Antar Operator

Diperlukan perjanjian operator yang mengatur hal-hal berkenaan dengan settlement, penindakan hukum, perjanjian bisnis, dan sebagainya.

PEMETAAN TEKNOLOGI



MTC
Parking

Gate, RFID,
DSRC

ETC with ate

Gate, RFID, Infrared, DSRC

Free Flow ETC

Pole, RFID, Infrared, DSRC, VC

Single Lane High Speed Free Flow ETC

Pole, RFID, DSRC, AVC

Multilane High Speed Free Flow ETC

GPS, Single Gantry, RFID, DSRC, AVC, ANPR Camera (identifikasi)

Multilane High Speed Free Flow ETC with Enforcement

GPS, Single Gantry, DSRC, AVC, ANPR Camera (enforcement)

ERP (Urban)

Single Gantry, DSRC, AVC, ANPR Camera (enforcement)

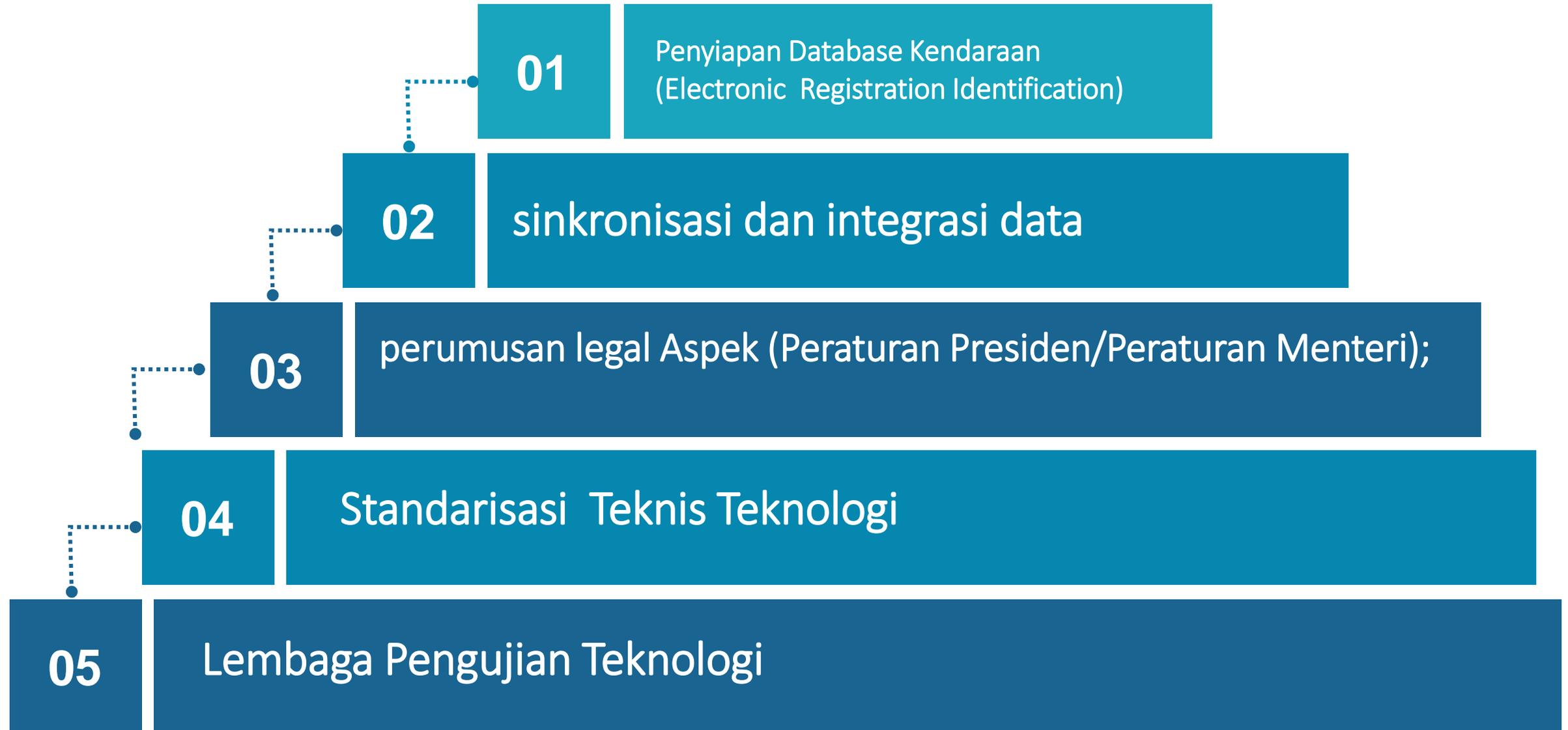
ERP (Urban env) with **multivendor environment**

Single Gantry, Standard DSRC, AVC, ANPR Camera nforcement)

ERP (Urban Env) with **multivendor environment and multi operators**

Single Gantry, Standard DSRC, AVC, ANPR Camera (enforcement), Clearinghouse

Whats next?





TERIMA KASIH

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERHUBUNGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TRANSPORTASI ANTARMODA