

## INFRASTRUKTUR JARINGAN TEKNOLOGI INFORMASI SMART TRAFFIC SYSTEM SEBAGAI POLA PEMBENTUKAN SMART DRIVING

Guntoro Barovich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika STMIK PalComTech  
Jl. Basuki Rahmat No. 05, Palembang 30129, Indonesia  
e-mail: guntorobarovich@gmail.com<sup>1</sup>

**Abstrak** – Tingkat kecelakaan lalu lintas setiap tahunnya semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kurangnya kesadaran, kedisiplinan, toleransi dan emosional pengendara yang tinggi yang berdampak pada kelalaian pengendara bermotor. Data korlantas polri dalam operasi zebra tahun 2015 terdapat peningkatan 5 % atau sekitar 684.973 surat tilang dari kasus pelanggaran dibandingkan di tahun 2014. Dan kebanyakan pelanggaran terjadi di persimpangan jalan. Untuk menciptakan hal tersebut maka perlu adanya suatu sistem sebagai alat bantu yang mampu membuat pengendara menjadi lebih cerdas, disiplin dan lebih toleransi dalam berkendara. Penelitian ini berfokus pada model atau konsep *smart traffic system* yang diterapkan di persimpangan jalan untuk meningkatkan kesadaran atau menciptakan pengendara-pengendara yang cerdas dan terintegrasi dengan sistem kepemilikan kendaraan untuk mencetak data tilang. Hasil pengolahan data pelanggaran berbentuk surat tilang digital dan tersimpan di database dan dinformasikan langsung ke pemilik kendaraan melalui pesan resmi dari korlantas. Model infrastruktur sistem ini memanfaatkan komunikasi nirkabel berpendekatan konsep *internet of things* (IoT).

**Kata kunci** – *Smart Traffic System, Smart Driving, Internet of Things*

### I. PENDAHULUAN

Tingginya laju pertumbuhan kendaraan di Indonesia memiliki dampak positif dan negatif. Dampak positif dari laju pertumbuhan kendaraan adalah mencerminkan perekonomian negara yang semakin membaik, tetapi dampak negatifnya adalah semakin padatnya kendaraan yang melintas di ruas-ruas jalan di tiap-tiap ibu kota maupun daerah yang berdampak pada kemacetan di jalan raya. Banyak pengguna jalan yang tidak mau bersabar dengan kemacetan sehingga tidak sedikit pengguna jalan sering melakukan pelanggaran lalu lintas. Tingginya kasus pelanggaran lalu lintas di jalan raya didominasi oleh pengguna sepeda motor.

Berdasarkan data analisis Koprs Lalu Lintas Republik Indonesia dari hasil kegiatan operasi zebra di tahun 2014 terdapat 651.351 lembar berkas tilang, jika dibandingkan tahun 2015 terdapat 684.973 berkas tilang terdapat peningkatan 5% dari periode sebelumnya[1]. Hal ini dikarenakan kurangnya kesadaran dan kedisiplinan pengguna jalan. Untuk

menekan tingginya tingkat pelanggaran berkendara, maka diperlukan suatu pendekatan dan tindakan tegas untuk mendisiplinkan para pengguna jalan, khususnya para pengendara bermotor.

Pendekatan tersebut bisa melibatkan teknologi yang bisa mengawasi, memonitor para pelanggar lalu lintas yang dapat memberikan efek tegas dan persuasif kepada pengguna jalan. Dan juga sebagai media yang mampu meminimalisir benturan antara masyarakat pengguna jalan dan polisi lalu lintas. Banyak teknologi yang digunakan sebagai bentuk tindakan tegas bagi pelanggar lalu lintas yang telah diterapkan.

### Penelitian Terdahulu

Teknologi yang bisa di adaptasikan diantaranya Seperti *Radio Frequency Identifier* (RFID) dimana digunakan sebagai alat detektor pelanggaran *traffic light* dan jangkauan dari alat ini hanya menjangkau sudut 40° dan presisi pada kecepatan 60km/jam, tetapi memiliki kekurangan ketidak mampuan untuk mendeteksi sekian banyak kendaraan yang melintas di waktu yang bersamaan dengan kecepatan tinggi [2].

Dalam penerapan lainnya penggunaan teknologi RFID pada kasus yang sama yaitu pelanggaran lalu lintas pada *traffic light*. Dimana pada saat RFID Tag mendeteksi RFID maka data pemilik kendaraan akan masuk ke dalam database pelanggaran lalu lintas. Denda pelanggaran akan dikenakan dalam pembayaran pajak kendaraan pada setiap tahunnya dan data pelanggaran akan dikumulatifkan [3].

Dalam penelitian lainnya teknologi *Near Field Communication* (NFC) yang menggunakan basis RFID juga digunakan untuk menggantikan surat tilang lalu lintas kendaraan yang memiliki kelemahan dalam bentuk fisik dan sifatnya yang mudah terurai. Dimana data pelanggaran disimpan ke dalam RFID card dan nantinya RFID tersebut menjadi pegangan pelanggar lalu lintas untuk mengikuti sidang pelanggaran lalu lintas, dimana hakim akan membaca RFID card yang di bawa oleh pelanggar dan pembacaannya menggunakan aplikasi yang diterapkan di atas sistem operasi android dan berbasis mobile [4].

Pemanfaatan RFID juga digunakan dalam sterilisasi jalur bus, dimana RFID digunakan untuk mendeteksi kendaraan-kendaraan yang melakukan pelanggaran dengan memasuki jalur bus way untuk keluar dari kemacetan. Dalam sistem ini tidak hanya melibatkan RFID tetapi juga melibatkan *Electronic*

*Road Pricing* (ERP). Skema dari konsep ERP akan terintegrasi dengan sistem tilang elektronik melalui Surat Izin Mengemudi (SIM) yang didalamnya tertanam *micro chip* yang mencatat seluruh data pengendara beserta pelanggaran yang pernah dilakukan dan dapat pelanggaran dapat ditilang secara online. Serta menjadi sarana untuk memberikan efek jera bagi pelanggaran lalu lintas [5].

Selain memanfaatkan teknologi NFC seperti RFID dalam mendeteksi pelanggaran lalu lintas di suatu persimpangan *traffic light*. Ada beberapa teknologi lain yang bisa digunakan yaitu dengan cara pengenalan pola atau tekstur suatu benda. Pengenalan pola merupakan bagian dari disiplin ilmu yang mempelajari teknik pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*). Dibeberapa kasus pengenalan pola digunakan sebagai identifikasi pengenalan plat nomor kendaraan seperti pada area parkir dimana manusia memiliki batas ketahanan tubuh dan konsentrasi terkadang sering mengalami kesalahan dalam mengidentifikasi plat nomor suatu kendaraan yang ingin keluar area parkir. Hal ini sangat berbahaya karena kendaraan bisa keluar dari area parkir tanpa memasukkan nomor kendaraan yang benar dan bisa mengakibatkan peluang pencurian kendaraan di area parkir semakin besar. Dan tingkat keberhasilannya sangat besar bisa mencapai 87% [6].

Pada penelitian lainnya dijelaskan bahwa pengolahan citra pada objek plat nomor kendaraan bisa dilakukan pada dasar warna pada plat nomor kendaraan. Diketahui bahwa di Indonesia 5 kategori plat nomor kendaraan jika dilihat dari dasar warna yang digunakan yaitu dasar hitam untuk kendaraan pribadi, warna dasar kuning untuk angkutan umum, merah untuk dinas pemerintah, hijau untuk kemiliteran dan coklat untuk kepolisian. Dalam pengujian hanya 3 kategori yang digunakan yaitu pribadi, umum dan pemerintahan. Pengenalan pola plat nomor kendaraan menggunakan pengenalan citra digital dengan menggunakan model normalisasi RGB didapatkan bahwa tingkat keberhasilan pengenalan pola pada plat nomor kendaraan memiliki nilai keberhasilan yang tinggi tetapi memiliki kelemahan pada pengenalan pola warna hitam dan putih sebesar 33% dari hasil pengujian [7].

Untuk bisa mengendalikan semua perangkat tersebut maka diperlukan sebuah pusat pengolahan data yang digunakan. Perkembangan teknologi komputer yang semakin pesat memunculkan berbagai bentuk sistem komputer yang ada saat ini salah satu diantaranya adalah *raspberry pi* yang sering digunakan sebagai pusat pengolahan data pada area-area kerja sistem sebelum data dikumpulkan ke data center dan juga digunakan sebagai pengendali sensor jarak jauh. Contoh penerapan *raspberry pi* diantaranya *raspberry pi* di adaptasikan pada *system smart home* yang terus dikembangkan dengan melibatkan sensor-sensor nirkabel yang terpasang di berbagai sudut ruangan guna untuk meningkatkan kualitas hidup manusia dan efisiensi penggunaan sumberdaya energi [8]. Di

penerapan lainnya *raspberry pi* juga digunakan pada aplikasi smart city dimana sistem penerangan jalan pada suatu daerah yang digunakan sebagai sample percobaan melibatkan sensor nirkabel yang diintegrasikan dengan jaringan wireless menggunakan koneksi *Wimax* yang memberikan kemudahan dalam pengendalian dan efisien dan biaya komputasi yang rendah [9]. *Raspberry Pi* juga digunakan sebagai pemindai gambar dengan sistem camera tertanam dari hasil percobaan di dapatkan dengan menggunakan perangkat *raspberry pi* dengan menerapkan serangkaian algoritma dalam percobaan, hasil yang didapatkan sangat cepat tanpa harus menerapkan pemrosesan eksternal [10].

## II. METODE PENELITIAN

Metode *prototype* merupakan metode pengembangan yang menitik beratkan pada pendekatan aspek desain, fungsi dan *user interface* yang digunakan. Dimana pengembang akan mengumpulkan detail dari kebutuhan sistem dan memberikan gambaran dengan cetak biru (*Prototype*) [11].

Dari beberapa tahapan dalam *prototype* model yang digunakan, dalam penelitian smart traffic system ini berfokus pada 4 tahapan awal yaitu meliputi:

### 1. Tahapan analisis dan perencanaan

Mengamati bentuk kondisi pola pengendara serta petugas polantas melakukan pengamanan ruas jalan, penindakan pelanggaran lalu lintas, pengawasan ruas jalan dan pengaturan ruas jalan di persimpangan jalan.

Dari data tersebut kemudian menentukan perangkat keras sensor yang digunakan untuk smart traffic system baik untuk unit pendeteksi pelanggaran maupun unit pengurai kemacetan, menentukan definisi aktor yang terlibat di dalam sistem.

### 2. Tahapan Desain Infrastruktur

Dari perangkat sensor yang didapatkan maka kemudian di bentuk suatu cetak biru infrastruktur smart traffic system yang meliputi desain integrasi koneksi antar perangkat keras dan model dari smart traffic system yang di terapkan di persimpangan jalan.

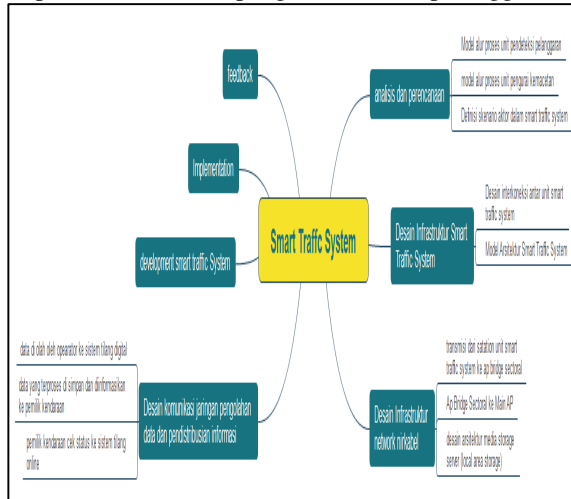
### 3. Tahapan Desain Komunikasi Nirkabel

Dari hasil data yang didapatkan oleh perangkat smart traffic system kemudian data dikirimkan ke *sectoral computer unit* (SCU) untuk di olah dan ditransmisikan ke storage server atau database server untuk dilakukan pengolahan data pelanggaran oleh operator sistem. Data ditransmisikan menggunakan media komunikasi jaringan wireless.

### 4. Tahapan Desain pengolahan data dan pengiriman informasi

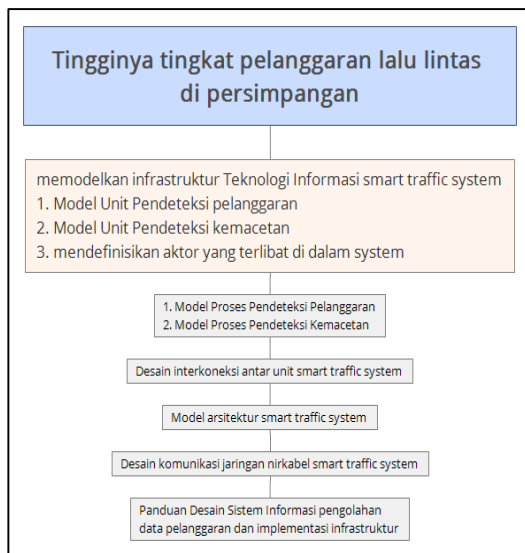
Data yang ditransmisikan dari unit pendeteksi dilaporkan ke database server atau storage server, kemudian diolah oleh operator yang melibatkan

interkoneksi dengan sistem kepemilikan kendaraan untuk menjadi surat tilang digital. Hasil dari pengolahan data tersebut diinformasikan ke pemilik kendaraan yang memuat informasi username, password dan link pengecekan bukti pelanggaran.



Gambar 1. Prototype Model [11].

Kerangka penelitian yang digunakan dalam memetakan alur-alur infrastruktur smart traffic system ini di bangun berdasarkan permasalahan-permasalahan yang di amati di lapangan dimana sering terjadinya pelanggaran lalu lintas. Kerangka penelitian ini tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Tahap Analisis dan Perencanaan

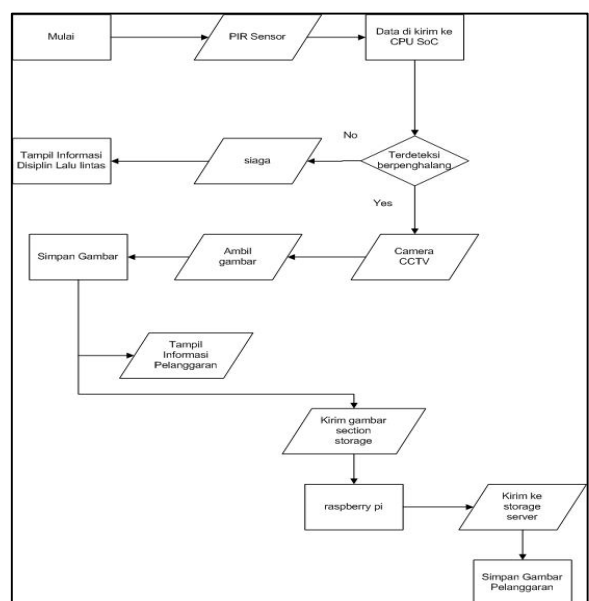
Dalam tahap analisis dan perencanaan meliputi tahapan model proses unit pendeteksi pelanggaran, model proses pengurai kemacetan, dan landasan permodelan *desain user interface* sistem informasi dari *smart traffic system* yang meliputi pendefinisian aktor dalam sistem dan desain skenario aktor dalam sistem.

#### a. Model Proses Pendeteksi Pelanggaran

Model Proses komunikasi data *smart traffic system* yang akan digunakan pada unit pendeteksi pelanggaran dan informasi, antara lain :

- Unit Pendeteksi yang terpasang pada area batas pelanggaran akan bekerja jika terdapat kendaraan yang terdeteksi di area tersebut.
- Keberadaan kendaraan yang terdapat di area pelanggaran akan membangkitkan intruksi dari *sensor detector* dan intruksi tersebut akan dikirimkan ke unit pengolah data *smart traffic system*.
- Intruksi yang diterima oleh unit pengolah data akan membangkitkan intruksi ke unit camera untuk menangkap gambar pelanggar lalu lintas dan di tampilkan ke layar *display* yang menyakatakan peringatan bahwa terjadi pelanggaran dan mengintruksikan kembali ke batas aman.
- Unit camera akan terus memperbarui gambar selama kendaraan berada pada batas pelanggaran dengan interval waktu 5 detik.
- Unit camera akan berhenti melakukan pembaruan data jika sensor tidak mendeteksi kendaraan pada batas pelanggaran dan jika *traffic light* berubah menjadi hijau.
- Data hasil *capture* akan dikirimkan ke SCU, data yang tersimpan di SCU akan dikirimkan ke *Storage Server* untuk di proses ke dalam tindakan penilangan.
- Jika sensor tidak mendeteksi keberadaan kendaraan pada batas pelanggaran maka layar *display* akan menampilkan informasi layanan masyarakat ajakan disiplin berkendara.

Alur dari model proses komunikasi *smart traffic system* tersebut disajikan dalam bentuk *flowchart* tampak pada gambar 3.



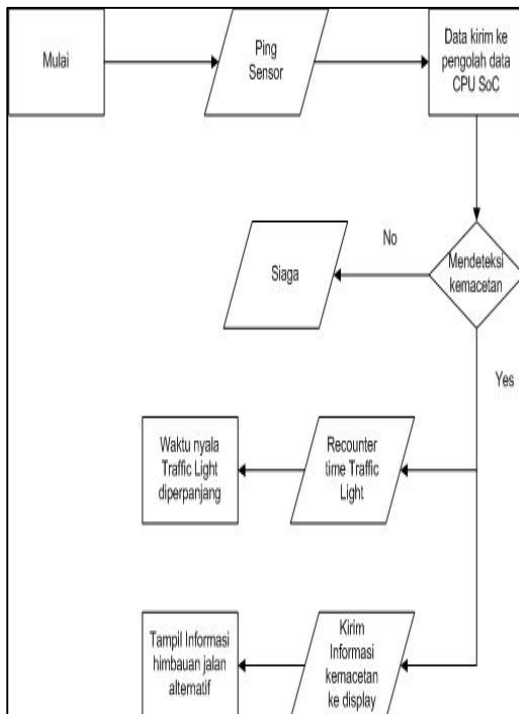
Gambar 3. Alur model proses kerja Smart Traffic System

## b. Model Proses Pengurai Kemacetan

Model proses komunikasi data *smart traffic system* yang akan digunakan pada unit pengurai kemacetan dan pendahuluan kendaraan prioritas, antara lain :

- Unit pendeteksi yang terpasang pada unit ini merupakan jenis yang sama yang digunakan pada unit pendeteksi pelanggaran. Unit ini terpasang di beberapa titik dalam satu lajur jalan untuk mendeteksi jarak antrian kendaraan. Dimana antara unit pendeteksi dan unit pengolah data berkomunikasi menggunakan jaringan nirkabel.
- Jika sensor yang terpasang pada jarak tertentu mendeteksi keberadaan kendaraan atau kepadatan kendaraan, maka intruksi akan dibangkitkan untuk dikirim ke unit pengolah data untuk meng-*counter* ulang hitungan waktu *traffic light* pada area yang mengalami kemacetan.
- Intruksi yang sama yang dibangkitkan oleh sensor pendeteksi akan diolah menjadi informasi ke pengguna kendaraan melalui papan display yang memuat himbauan untuk mencari jalan alternatif agar terhindar dari kemacetan dipersimpangan.
- Unit pendeteksi kemacetan akan bekerja di saat *traffic light* berwarna merah.

Alur dari model proses komunikasi unit pengurai kemacetan dalam *smart traffic system* tersebut disajikan dalam bentuk *flowschart system* tampak pada gambar 4.



Gambar 4. Unit Pengurai Kemacetan

## c. Desain Skenario Aktor

Smart traffic system yang dimodelkan melibatkan beberapa aktor di dalamnya meliputi admin system

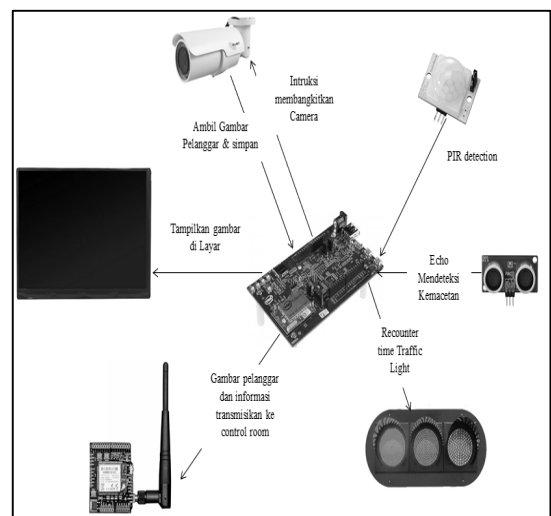
yang memiliki kendali penuh sistem pengolah data, operator sistem sebagai penginput data pelanggaran dan pengguna kendaraan sebagai penerima informasi konfirmasi pelanggaran ke pihak kepolisian. Desain skenario mengacu pada analisa kebutuhan dari pengguna sistem dan di definisikan pada tabel 1.

Tabel 1. Definisi aktor dalam smart traffic system

No	Aktor	Deskripsi
1.	Admin	Melakukan Manipulasi (create, insert, update, delete) isi konten sistem pengolah data.
2.	Operator	Melakukan pengolahan data gambar hasil capture dari unit pengambil gambar pada smart traffic system. Memasukan data pelanggaran ke sistem tilang serta memasukan kategori pelanggaran yang dilakukan pengendara bermotor.
3.	Pengendara	Menerima data informasi pelanggaran yang dilakukan dari sistem informasi penilangan serta memeriksa keaslian bukti pelanggaran di website yang sudah diberikan melalui pesan singkat. Dan melakukan konfirmasi pelanggaran ke pihak Korlantas Polri.

## 2. Desain Interkoneksi Antar Unit Smart Traffic System

Adapun desain arsitektur jika perangkat keras tiap unit pendeteksi dihubungkan untuk menjadi suatu *smart traffic system*, maka akan tampak seperti pada gambar 5. Dimana setiap unit sensor terkonsentrasi pada 1 unit pengolah data. Dan unit data pengelola akan mengirimkan berkas gambar ke *sectoral computer unit*.



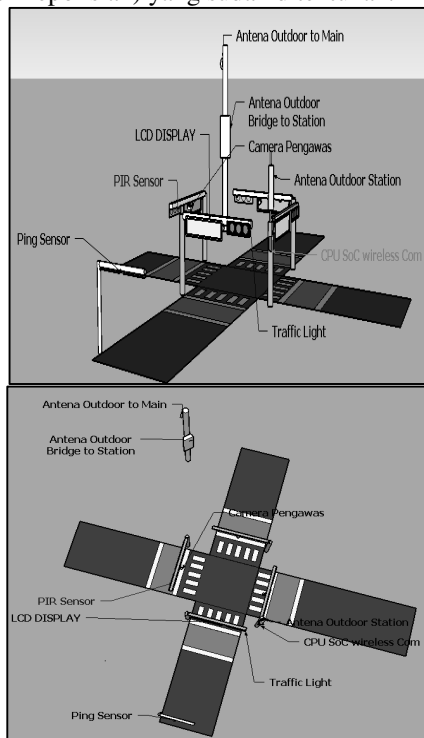
Gambar 5 Desain interkoneksi antar unit Smart Traffic System

Sensor PIR digunakan karena mampu mendeteksi benda yang memiliki suhu panas tertentu, suhu panas yang terdeteksi oleh PIR akan mengirimkan instruksi atau signal ke unit CPU SoC. Unit CPU akan membangkitkan sinyal untuk memicu camera CCTV mengambil gambar si Pelanggaran. Gambar yang ditangkap akan di kirimkan kembali ke media penyimpanan yang terpasang di board CPU SoC dan di tampilkan ke LCD display, dalam interfal waktu tertentu camera akan mengirimkan data terbaru ke unit pengelola data dan intruksi (CPU SoC). Data gambar yang tersimpan akan di transmisikan ke pusat penyimpanan data (*Storage Server*) melalui komunikasi Wireless.

Sensor Ping digunakan untuk mendeteksi benda yang berada didekatnya dengan jarak tertentu. Sensor ini akan membangkitkan sinyal ke unit Pengolah data dan intruksi untuk di olah menjadi bahan informasi yang pengndara yang ditampilkan di layar display LCD bermuatan informasi kemacetan dan sekaligus menjadi sinyal intruksi untuk unit pengolah data dan intruksi untuk *me-recounter* waktu hitungan mundur *traffic light*.

### 3. Model Arsitektur Smart Traffic System

Gambar 5 menunjukan model desain *smart traffic system* yang mengintegrasikan semua unit sensor dan perangkat keras ke dalam suatu sistem yang akan diterapkan dipersimpangan jalan. Dimana semua unit *display* dan sensor dikendalikan oleh CPU SoC yang kemudian data akan dikirimkan ke *Storage Server* melalu *network nirkabel*. Data dari CPU SoC akan dikirimkan menggunakan *wireless Station* ke *wireless bridge*, dari *wireless bridge* data akan diteruskan ke *main Access Point* yang terletak di Polisi Daerah (jika di ibu kota provinsi) atau di area *main base* (area kesatuan kepolisian) yang sudah ditentukan.

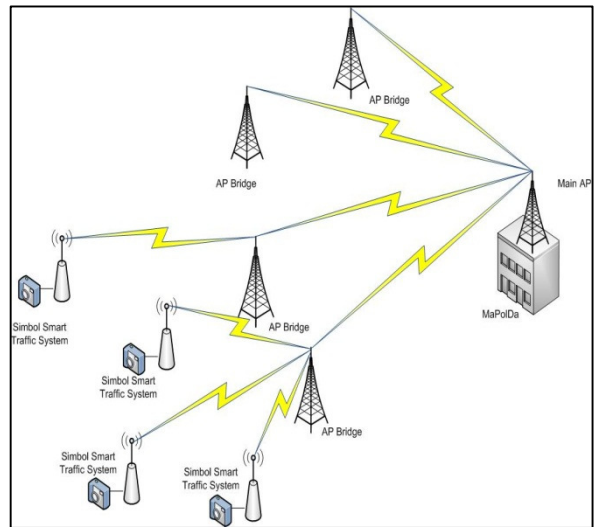


Gambar 5 Model Arsitektur Smart Traffic System

### 4. Desain Komunikasi Nirkabel

Model komunikasi jaringan yang digunakan untuk mentransmisikan data pelanggaran menggunakan jaringan komunikasi nirkabel *private network*. Model arsitektur jaringan nirkabel yang digunakan adalah model *Point to Multi Point*. Dimana *Main AP* akan mendistribusikan jaringan ke *AP Bridge*. Dari *AP Bridge* jaringan akan diteruskan ke *wireless station Client* terdekat dengan *wireless Bridge* dalam jarak jangkauan tertentu.

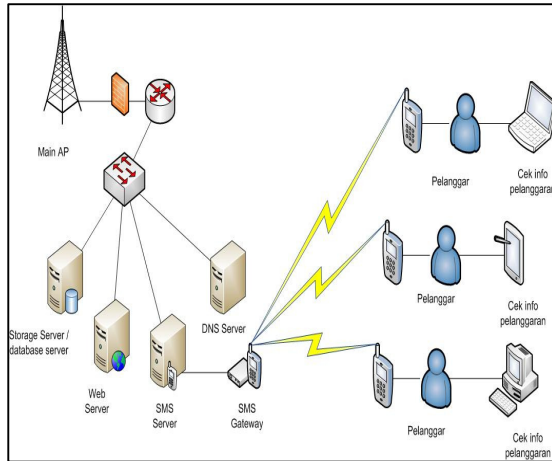
Data pelanggaran yang dikirimkan oleh unit *smart traffic system* akan di simpan ke dalam *database server* yang memuat nama lokasi gambar, tanggal dan waktu kejadian. Desain komunikasi jaringan nirkabel ini tampak pada gambar 6.



Gambar 6. Arsitektur Network Nirkabel Smart Traffic System

Data pelanggaran yang direkam akan diolah oleh operator berdasarkan identifikasi dari nomor polisi kendaraan. Berdasarkan data tersebut data pelanggaran akan dimasukkan ke dalam sistem penilangan dan ditambahkan atribut pasal lalu lintas yang dilanggar. Informasi pelanggaran yang dilakukan setelah di olah data oleh operator akan diteruskan ke pengndara kendaraan yang bersangkutan atau kepada si pelanggar melalui pesan singkat (*SMS Gateway*). Data nomor kontak si pelanggar didapatkan dari informasi kepemilikan kendaraan yang tersimpan di dalam database pada saat pemilik kendaraan meregistrasikan kendaraannya ke pihak polisi di awal pembuatan Buku Pemilik Kendaraan Bermotor (BPKB) dan Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK) atau pada saat melakukan pemutasian kendaraan.

Informasi yang dikirimkan secara resmi oleh pihak korlantas POLRI dari sistem penilangan ke pelanggar memuat data username dan password login dan link pengecekan ke aslian data pelanggaran yang dapat dilihat di halaman web pelanggaran. Di halaman website yang disediakan pelanggaran akan diberikan informasi jadwal serta tata cara klarifikasi pelanggaran. Arsitektur jaringan komunikasi antara korlantas POLRI dan pelanggar lalu lintas secara singkat tampak pada gambar 7.



**Gambar 7.** Arsitektur jaringan sistem pengolahan data dan pelanggan

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa di ambil dari penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini merupakan suatu usulan model yang nantinya dapat menjadi acuan dalam melakukan *development smart traffic system*.
2. Usulan model ini mencerminkan interkoneksi antara sistem informasi yang sudah ada sebelumnya seperti data informasi kepemilikan kendaraan dan data pajak kendaraan sebagai sumber data yang akan di olah. Tanpa harus merombak secara keseluruhan dari sistem yang sudah ada.
3. Model infrastruktur *smart traffic system* ini di buat agar mengurangi persinggungan antara pengendara bermotor dan petugas polantas pada saat menindak pelanggar.
4. Sistem ini diharapkan mampu memberikan bukti otentik atau bukti nyata tanpa penyangkalan bahwa pengendara bermotor telah melanggar lalu lintas. Dan menghindari kesalahan petugas memberikan sanksi pelanggaran ke pada pelanggar lalu lintas.

## V. SARAN

Karena penelitian ini bersifat sebagai permodelan atau rancangan sistem, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat melakukan implementasi dan pengujian agar bisa mendapatkan spesifikasi perangkat keras yang baik dan tangguh untuk teknologi *smart traffic system*.

Penelitian ini berisikan sebagian kecil dari komponen sistem informasi, pada penelitian selanjutnya diharapkan bisa menerapkan sistem informasi pengolahan data tilang dimana nomor kontak pemilik kendaraan diambil dari database kepemilikan kendaraan yang sudah tersedia untuk bisa meneruskan informasi data tilang ke pemilik kendaraan. Serta mengintegrasikan sistem informasi tersebut ke divisi penindakan pelanggaran lalu lintas (persidangan) dan ke sistem Pendapatan daerah (pajak kendaraan bermotor).

## REFERENSI

- [1] Korlantas. 2015. Data Analisis dan Evaluasi Pelanggaran Lalin Selama Operasi Zebra 2015. Tersedia dalam [http://lantas.polri.go.id:81/wps/portal/!ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gXEwNPVzcPlwN3ZzdHA8dAX1NX46BQQwtXM\\_2CbEdFAP3S7yQ!/?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/testnewthemes/korlantas/sa.berita/dataanalisanevaluasi pelanggaranlalin selama operasi zebra 2015](http://lantas.polri.go.id:81/wps/portal/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gXEwNPVzcPlwN3ZzdHA8dAX1NX46BQQwtXM_2CbEdFAP3S7yQ!/?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/testnewthemes/korlantas/sa.berita/dataanalisanevaluasi pelanggaranlalin selama operasi zebra 2015) (diakses 24 Maret 2016)
- [2] Maghfiroh, Luthfi R. Listyandi dan R. Hidayat. "Penguji RFID sebagai Pendeteksi Identitas Kendaraan untuk Mengatasi Pelanggaran *Traffic Light*". Jurnal Teknik Elektro dan Teknik Informatika (JTETI) Universitas Gajah Mada, pp 142-145, 2012. ISSN. 2085-6350.
- [3] S. Samsugi, Samroni, Amarudin. "Desain Sistem Denda Online Terhadap Pelanggaran *Traffic Light* Menggunakan RFID Berbasis Web". SENTIKA pp. 566 – 573, 2014. ISSN 2089-9813.
- [4] R. Rusdi, A. Wibowo dan Y. D. Lulu. W. "Aplikasi Surat Tilang Berbasis Android Menggunakan Teknologi *Near Field Communication* (NFC)". Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan (SEMANTIK), Vol. 3, No. 1. Pp 305-312, 2013. ISBN 979-26-0266-6
- [5] A. Putri Siswadi, D.E fananie dan M.S. Servanda. "Pemanfaatan Radio Frequency Identification dan Electronic Road Pricing dalam Tilang Online untuk Penertiban Jalur Bus Transjakarta". Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelegen (KOMMIT), Vol. 8. Pp 60-65, 2014. ISSN 2302-3740.
- [6] N.P. Wong, Hardy dan A. Maulana. "Aplikasi Pengenalan Karakter pada Plat Nomor Kendaraan Bermotor dengan *Learning Vector Quantization*". Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO). Vol 6. Pp 486-491, 2013. ISBN 978-979-18985-6-0.
- [7] RD. Kusumantodan Alan N Tompunu. "Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB". Seminar Nasional Teknik Informasi dan Komunikasi Terapan (SEMANTIK 2011), Vol. 1 No. 1, 2011. ISBN : 979-26-0255-0
- [8] Jayarani Kamble dan Nandini Dhole. "Adaptive Home System Using Wireless Sensor Network and *Multi Agent System*". International Journal of Engineering Research and Application (IJERA), Vol. 4, No. 3, Pp. 939-942, 2014. ISSN 2248-9622.
- [9] Fabio Leccese, Marco Cagnetti dan Daniele Trinca. "A Smart City Application : Afully Controlled Street Lighting Isle Based on Raspberry Pi Card, a Zigbee Sensor Network and WiMAX". MDPI Journal Sensors, Vol. 14, No. 12, Pp. 24408-24424. 2014. ISSN 1424-8220
- [10] Senthilkumar, K. Gopalarkrishnan dan V. Sathish Kumar. "Embedded Image Capturing System Using Raspberry Pi System". International Journal of Emerging Trends and Technology in Computer Science (IJETTCS), Vol. 3, No. 2, Pp. 213-215, 2014. ISSN 2278-6856
- [11] Mohammad Yazdi. E-Learning Sebagai Media Pembelajaran Interaktif berbasis Teknologi Informasi. Jurnal Ilmiah Forstek, Vol. 2. No. 1. Pp. 143-152, 2012. ISSN 2087-8729.