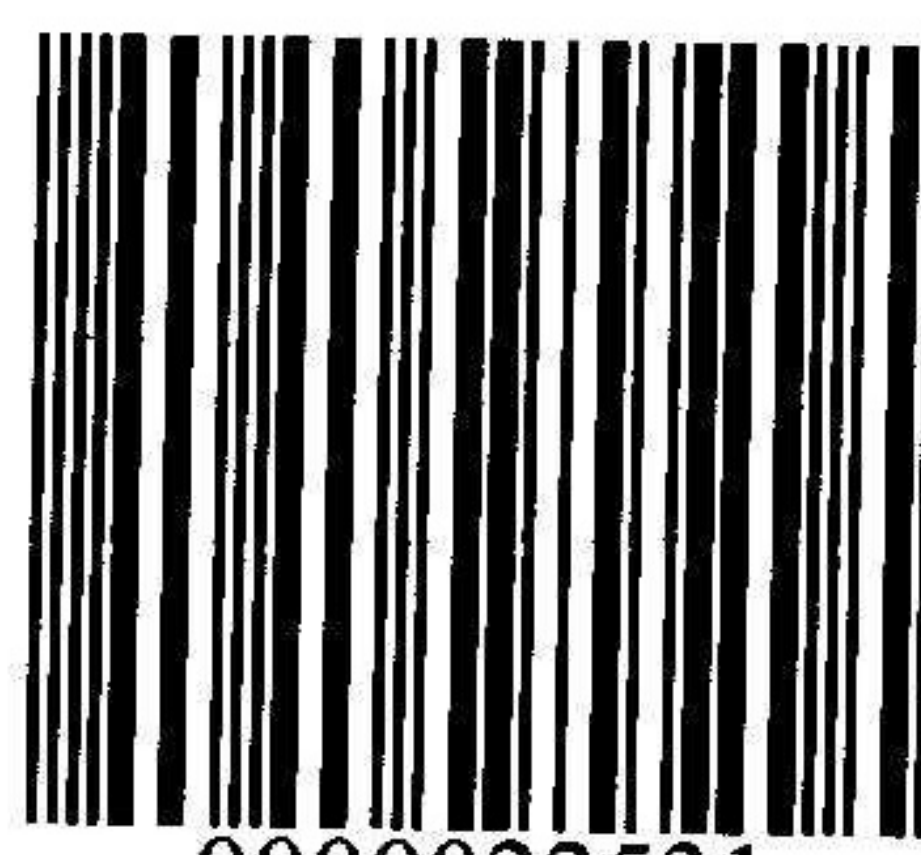


Teknologi Terapan Bidang Jalan dan Jembatan

**Naskah Ilmiah Pengembangan Kemampuan Pengklasifikasian Jenis
Kendaraan SINDILA-PLATO 2.2 (12 klasifikasi)**



0000022531



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN**

Jln. A.H. Nasution No. 264 Kotak Pos 2 Ujungberung Telp. (022) 7802251 Fax. 7802726 Bandung. 40294 e-mail : pusjatan@pusjatan.pu.go.id

ok

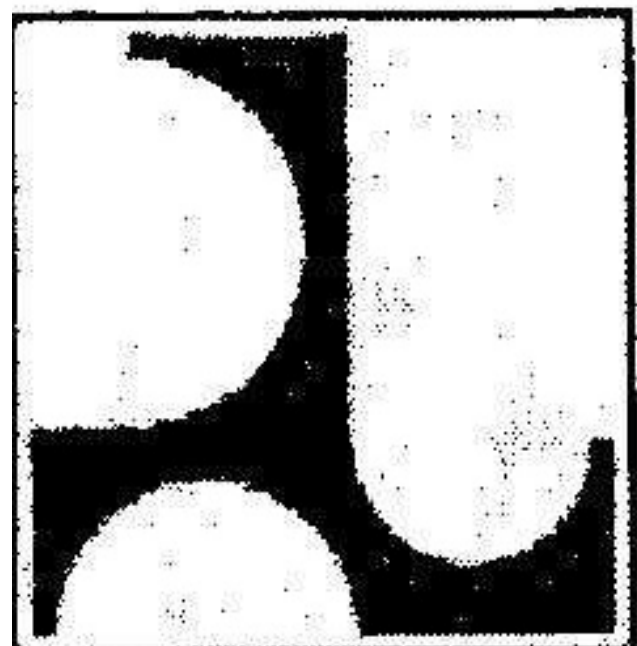
slms

LAPORAN AKHIR (FINAL REPORT) TAHUN 2018

Teknologi Terapan Bidang Jalan dan Jembatan

Naskah Ilmiah Pengembangan Kemampuan Pengklasifikasian Jenis
Kendaraan SINDILA-PLATO 2.2 (12 klasifikasi)

Ketua Paket Kerja: Disi M. Hanafiah, MT.
Balai Sistem dan Teknik Lalulintas



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN

Jl.A.H. Nasution No. 264 PO BOX 2 Bandung 40294 Indonesia Telp. (022) 7802251 Fax (022) 7802726 email:info@pusjajan.pu.go.id

2	4	3
---	---	---

2	0	5	1
---	---	---	---

0	0	1
---	---	---

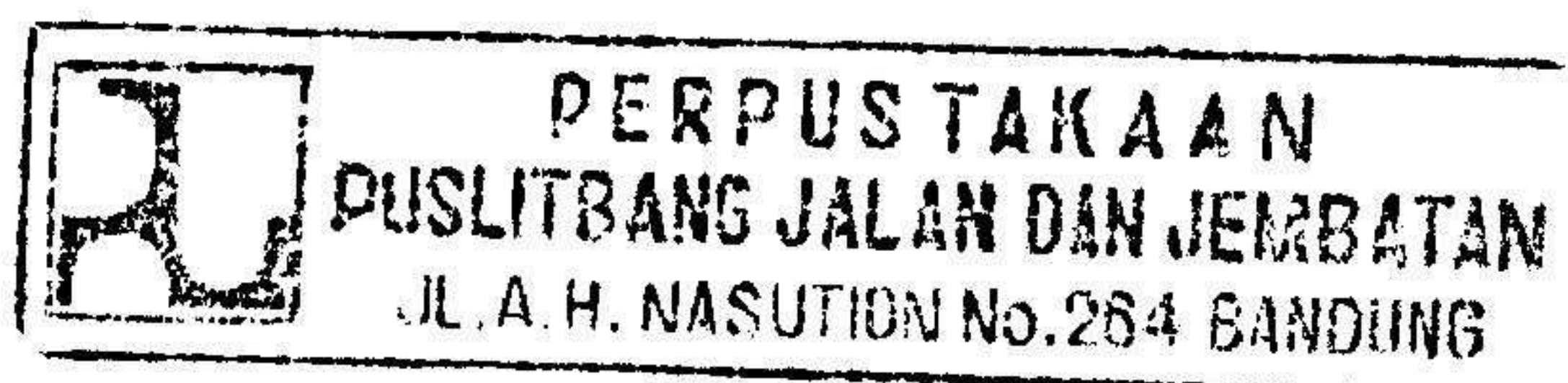
1	0	2
---	---	---

H	A
---	---

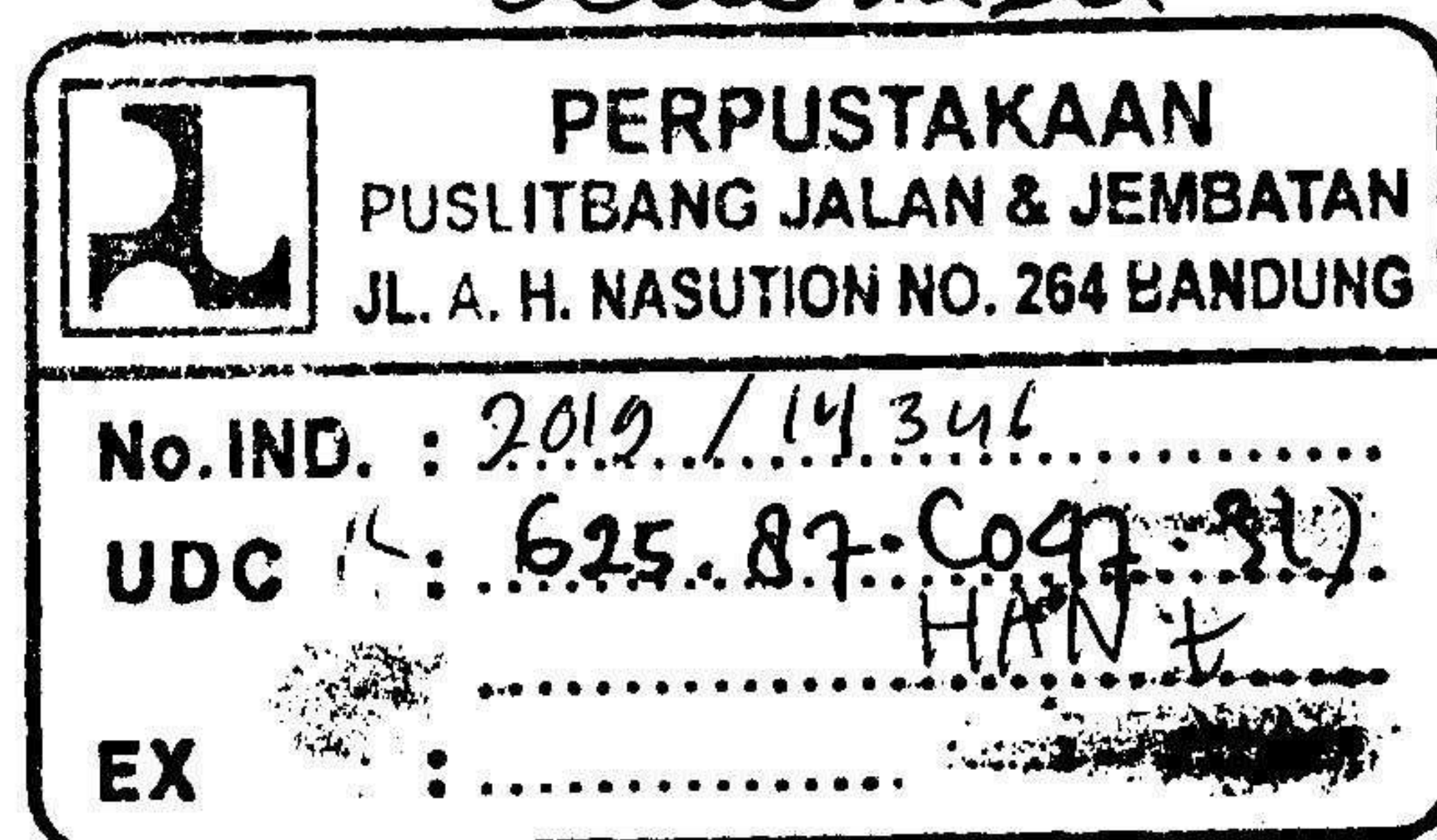
LAPORAN AKHIR

Teknologi Terapan Bidang Jalan dan Jembatan

Naskah Ilmiah Pengembangan Kemampuan
Pengklasifikasian Jenis Kendaraan PLATO 2.2 (12
Klasifikasi)



0000022531



LEMBAR PENGESAHAN

1. Koordinator Tim Litbang : Drs. Muhammad Idris, MT.
2. Ketua Paket Kerja : Disi M. Hanafiah, MT.
3. Sekretariat : BSTL
4. Peneliti/Perekayasa : 1. Dwi Budi Permana, MT.
2. R. Sri Bintang Pamungkas, ST.

Bandung, 30 Desember 2018

Mengetahui,
Pejabat Pembuat Komitmen


Setyo Hardono, ST., MT.
NIP. 19690901 199703 1 001

Memeriksa/Menyetujui
Kepala BSTL


Drs. Muhammad Idris, MT.
NIP. 19610924 199402 1 001

Disusun oleh,
Ketua Paket Kerja


Disi M. Hanafiah, ST., MT.
NIP. 19750601 200911 1 003

Mengetahui,
Kepala Pusat Litbang Jalan dan Jembatan


Ir. Deded Permadi Sjamsudin, M.Eng.Sc.
NIP. 19601020 198603 1 004

RINGKASAN EKSEKUTIF

1. Latar Belakang

Dalam perencanaan transportasi dan manajemen lalu lintas salah satu yang menjadi dasar pertimbangan adalah permintaan perjalanan yang diperoleh dari penghitungan volume lalu lintas. Metode penghitungan volume lalu lintas sampai saat ini masih dilakukan secara manual (menghitung langsung di lapangan) dan semi-manual (direkam melalui kamera dan dihitung secara manual di laboratorium atau kantor). Proses ini memakan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Dalam mengefisienkan proses tersebut, pengumpulan data harus dilakukan secara otomatis, yaitu menggunakan teknologi penghitung volume lalu lintas.

Teknologi penghitung volume lalu lintas, kecepatan kendaraan dan informasi kondisi lalu lintas secara otomatis dan *real time* yang telah dikembangkan oleh PUSJATAN telah dapat mengklasifikasi kendaraan sampai dengan 5 kelas kendaraan dengan jumlah lajur yang dapat dibaca yaitu 4 lajur 2 arah. Kemampuan pembacaan ini telah sesuai untuk perhitungan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Kemampuan teknologi hasil PUSJATAN ini juga telah disesuaikan dengan karakteristik lalu lintas di Indonesia yang persentase sepeda motornya sangat tinggi.

Selanjutnya pada tahun 2017 teknologi PUSJATAN yang diberi nama SINDILA-PLATO ini telah di implementasikan untuk 10 titik yang tersebar di jalan-jalan nasional dan provinsi di wilayah Jawa Barat. Lokasi-lokasi yang dipilih ini telah melalui serangkaian diskusi dengan memperhitungkan prioritas. Yang menjadi prioritas utama dari kegiatan ini adalah bahwa sistem harus terpasang untuk dapat memonitor kondisi lalu lintas pada kegiatan-kegiatan seperti mudik lebaran, libur sekolah, Natal dan Tahun Baru. Dengan begitu para pemangku kepentingan hanya perlu memonitor lalu lintas secara *visual* dan *real time* dengan menggunakan *website* atau aplikasi SINDILA-PLATO yang telah disimpulkan menjadi informasi yang lebih sederhana atau mudah dimengerti oleh pengguna jalan. Kemampuan pembacaan SINDILA-PLATO ini telah teruji mampu menghitung kendaraan dengan berbagai kondisi lalu lintas secara *non-stop*, di mana pada tahun 2017 SINDILA-PLATO dipergunakan untuk mengumpulkan data volume dan kecepatan selama 4 bulan secara terus menerus.

Pada kenyataannya jumlah klasifikasi yang ada pada SINDILA-PLATO versi 2.1 ini hanya dapat digunakan untuk menghitung kinerja lalu lintas berdasarkan MKJI. Sedangkan untuk pekerjaan kebinamargaan seperti mendesain perkerasan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (No. 02/M/BM/2017) dibutuhkan klasifikasi kendaraan yang lebih baik lagi. Maka untuk pengembangan selanjutnya, Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian PU-PR akan melakukan kegiatan pengembangan kemampuan pengklasifikasian jenis kendaraan dari PLATO 2.1 agar sesuai dengan kebutuhan Bina Marga.

2. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan kemampuan pembacaan *software* PLATO 2.1 sesuai dengan kebutuhan Bina Marga. Sedangkan sasaran yang harus dicapai pada tahun 2018 ini adalah :

- a. Terwujudnya SINDILA PLATO V.2.2 yang mampu mendeteksi dan menghitung kendaraan sampai dengan 13 kelas kendaraan;
- b. Tercapainya *software* SINDILA PLATO V.2.2 dapat membaca kendaraan dengan tingkat akurasi diatas 90%.

3. Hasil Kegiatan

Evaluasi dalam Rangka Peningkatan dari PLATO 2.1 ke PLATO 2.2

Evaluasi dilakukan berdasarkan pengalaman dalam instalasi, pemeliharaan, serta masukan-masukan dari berbagai pihak yang pernah terlibat dengan pengembangan PLATO. Berikut disusun beberapa permasalahan disertai dengan penanganannya yang merupakan rekomendasi untuk digunakan di PLATO 2.2:

- a. Sering terjadi mati lampu di beberapa lokasi yang menyebabkan sistem tidak bisa menghitung, juga menyebabkan internet mati. Dari sisi *hardware* dapat ditambahkan baterai cadangan sehingga ketika listrik mati, sumberdaya beralih menggunakan baterai. Selain itu dapat ditambahkan sistem *restart*, setelah mendapat daya kembali sistem secara otomatis menyala semua tanpa ada campur tangan teknisi.

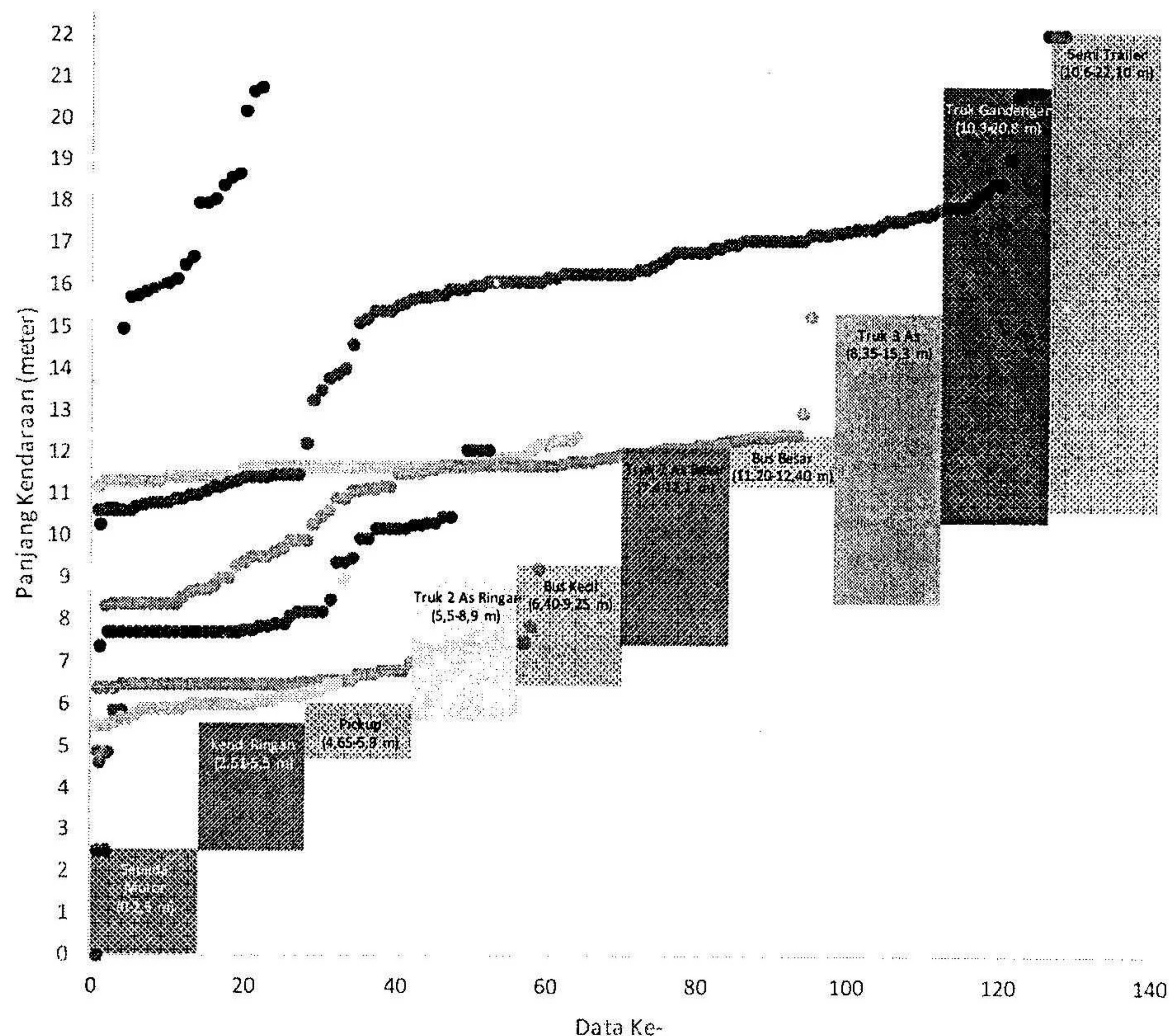
Sedangkan untuk *software* disusun sistem *queuing*, jika jaringan internet masih bermasalah, sistem akan tetap menghitung. Baru ketika internet kembali menyala, sistem mengirim data secara bertahap sehingga tidak ada data kosong atau hilang.

- b. Dari hasil uji coba diketahui bahwa kondisi kamera seringkali dalam posisi, ketinggian, dan sudut yang kurang ideal. Akibatnya lajur terluar seringkali terpotong. Untuk itu perlu dikondisikan agar *virtual loop* tidak terpotong dengan membuat *virtual loop* per lajur. Dengan begitu tidak ada data yang hilang dan akurasi semakin tinggi.
- c. Rendahnya jarak pandang pada kondisi malam membuat kendaraan tidak dapat terbaca. Selain itu cahaya kendaraan dapat mengaburkan panjang kendaraan. Dengan menggunakan perangkat *infrared* pada sensor kamera, hal tersebut dapat diatasi.
- d. Terdapat beberapa lokasi dengan sinyal lemah, contohnya di *remote area*. Dengan menggunakan antena *receiver* GSM, sinyal dapat lebih kuat.
- e. Evaluasi dari pemasangan alat di Pantura yang sering terjadi vandalisme terhadap perangkat-perangkat PJU dengan *solar cell*, keamanan alat perlu ditingkatkan. Salah satunya adalah dengan memasang sensor pada pintu boks pengendali. Sehingga jika ada yang membukanya, *user* dapat segera mengetahuinya.
- f. Pada kondisi cuaca dengan angin cukup kencang, tiang yang panjangnya 5 meter tentu memikul beban momen yang besar dan mengakibatkan kamera bergoyang-goyang. Begitu juga ketika ada mobil berukuran besar melintas. Untuk itu perlu ada perkuatan pada desain tiang *arm*.
- g. Lampu penerangan jalan LED yang dipersyaratkan kurang meng-cover area yang dimonitor. Diusulkan penggunaan lampu sorot LED warna kuning. Selain terang dan meng-cover area yang luas, tetapi tidak menyilaukan pengguna jalan.
- h. Pengalaman pemasangan di lapangan, posisi sensor terkadang tidak tepat/miring. Untuk itu perlu ada penambahan software untuk *me-rotate view* kamera secara *remote*.
- i. Mengantisipasi pemasangan di daerah panas, perlu ada penambahan *cooling system*.
- j. Dengan perekaman terus menerus maka kapasitas *harddisk* akan segera penuh. Untuk itu kapasitas perlu dijaga pada tingkatan tertentu agar tetap dapat beroperasi optimal. Untuk itu ditambahkan algoritma *auto-delete* video untuk jangka waktu tertentu.
- k. Mengantisipasi kegagalan *software remote* dengan penambahan *back up software* sejenis

- I. Dengan adanya kebutuhan data 12 klasifikasi bina marga perlu ada penambahan klasifikasi pada algoritma program.

Analisis Data Dimensi Kendaraan

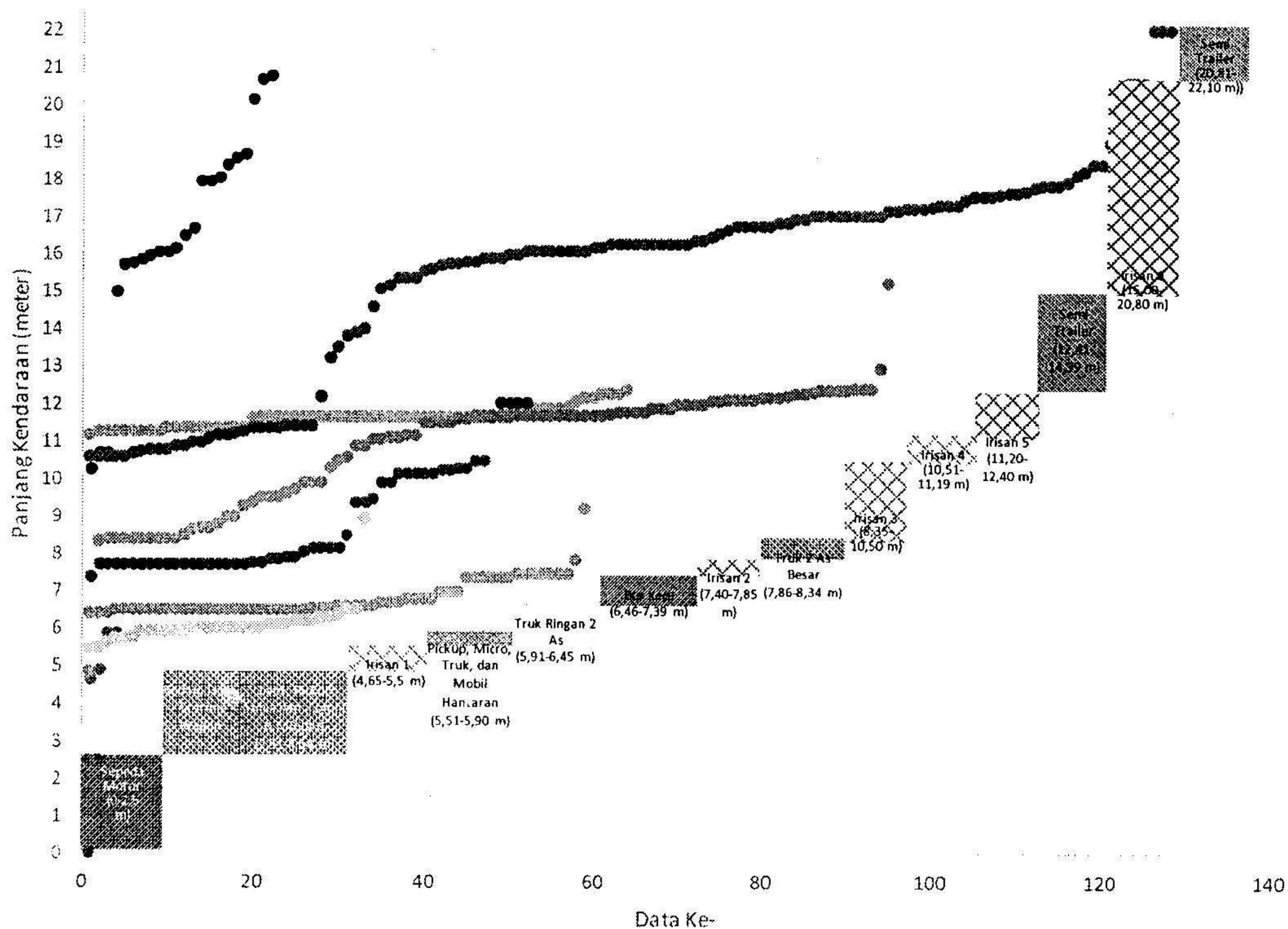
Berdasarkan hasil survei dimensi kendaraan, diperoleh variasi dimensi kendaraan untuk setiap klasifikasi kendaraan Bina Marga. **Gambar 1** adalah sebaran data panjang kendaraan setiap klasifikasi dari kendaraan barang kecil, sampai truk *semi trailer* yang didapat dari survei. Sedangkan dimensi sepeda motor dan kendaraan ringan ditetapkan sama seperti yang digunakan pada *software* PLATO 2.1 yaitu 0 sampai 2,5 meter untuk sepeda motor dan 2,51 sampai 5,5 meter untuk kendaraan ringan.



Gambar 1 Pengelompokan Dimensi Kendaraan Hasil Survei

Dari **Gambar 1** tersebut, dapat dilihat bahwa hampir pada setiap klasifikasi terdapat dimensi yang sama dengan klasifikasi kendaraan yang lain. Sebagai contoh, untuk kendaraan dengan panjang 5,5 meter, dapat terbaca sebagai kendaraan ringan atau *pick up*. Begitu juga dengan kendaraan dengan panjang 8 meter, dapat terbaca sebagai truk 2

as atau bus kecil. Untuk itu dilakukan pengelompokan lebih lanjut agar tidak terdapat 2-3 klasifikasi kendaraan yang sama. **Gambar 2** merupakan pengklasifikasian kendaraan setelah dilakukan penyesuaian dengan irisan.



Gambar 2 Pengelompokan Dimensi Kendaraan Setelah Penyesuaian

Berdasarkan pengumpulan dan analisis data sementara yang telah dilakukan, dapat disimpulkan klasifikasi berdasarkan dimensi kendaraan sebagai berikut:

- Kelas 1:** Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3 (1,5-2,5 m)
- Kelas 2:** Sedan, Jeep, Station Wagon, Pickup, Micro Truk, dan Mobil Hantaran (2,51-4,64 m)
- Kelas 3: Irisan 1:** Sedan, Jeep, Station Wagon, Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus, Pickup, Micro Truk, dan Mobil Hantaran (4,65-5,5 m)
- Kelas 4:** Pickup, Micro Truk, dan Mobil Hantaran (5,51-5,90 m)
- Kelas 5:** Truk Ringan 2 As (5,91-6,45 m)
- Kelas 6:** Bus Kecil (6,46-7,39 m)
- Kelas 7: Irisan 2:** Bus kecil dan Truk sedang 2as (7,40-7,85 m)
- Kelas 8:** Truk Sedang 2 As (7,86-8,34 m)

- i. **Kelas 9: Irisan 3:** Truk sedang 2as dan Truk 3as (8,35-10,50 m)
- j. **Kelas 10: Irisan 4:** Truk 3as dan Semi-trailer (10,51-11,19 m)
- k. **Kelas 11: Irisan 5:** Bus besar, Truk 3as dan Semi-trailer (11,20-12,40 m)
- l. **Kelas 12:** Semi Trailer (12,41-14,99 m)
- m. **Kelas 13: Irisan 6:** Truk Gandengan dan Semi-trailer (15.00-20,80 m)
- n. **Kelas 14:** Semi Trailer (20,81-22,10 m)

Pada algoritma program, klasifikasi irisan tersebut akan dikonversi menjadi kelas-kelas yang tergabung di dalamnya berdasarkan data komposisi kendaraan yang diperoleh saat kalibrasi awal. Sehingga hasil perhitungan pada akhirnya akan tetap menjadi 12 kelas sesuai dengan klasifikasi Bina Marga. Berikutnya dengan klasifikasi tersebut, dilakukan uji coba dan dilihat tingkat akurasi. Namun dengan masih terus berjalannya uji coba (sampai didapat hasil paling akurat) belum dapat disimpulkan tingkat akurasi dari alat PLATO 2.2 ini.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan dari kegiatan ini adalah:

- a. Berdasarkan hasil studi literatur dan diskusi dengan pihak Pusjatan, klasifikasi yang akan dihitung dalam PLATO 2.2, mengikuti Sistem Pengelolaan *Database* Jalan Nasional (SiPDJN), yaitu 12 kelas kendaraan.
- b. Berdasarkan hasil survei, terdapat beberapa klasifikasi kendaraan dengan dimensi yang sama. Untuk mengatasinya, dalam perhitungan, digunakan pendekatan berdasarkan komposisi kendaraan (yang didapat dari survei awal saat kalibrasi) di ruas jalan tersebut. Contoh perhitungan dari pendekatan tersebut disampaikan dalam lampiran laporan akhir ini.
- c. Untuk dalam meningkatkan PLATO 2.1 ke PLATO 2.2, direkomendasikan hal-hal berikut:
 - Penambahan baterai cadangan;
 - Penambahan sistem *restart*;
 - Penambahan sistem *queuing data*;
 - Penggunaan kamera *infra-red*;

- Penggunaan antena *receiver* GSM;
- Pemasangan sensor pada boks PLATO;
- Perkuatan pada tiang *arm*;
- Penggunaan lampu sorot LED berwarna kuning;
- Penambahan *software* untuk *me-rotate view* kamera secara *remote*;
- Penambahan *cooling system*;
- Penambahan algoritma *auto-delete video* untuk jangka waktu tertentu;
- Penambahan *software remote desktop*;
- Penambahan klasifikasi pada algoritma program.

Saran

Melihat adanya keterbatasan dalam *image processing*, yaitu dalam membedakan kelas kendaraan yang berbeda dengan dimensi yang sama. Sehingga disarankan adanya penambahan perangkat lain untuk membantu mendefinisikan kelas kendaraan dengan dimensi yang sama tersebut. Contohnya adalah dengan menggunakan algoritma *machine learning*.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat-Nya laporan Akhir Teknologi Terapan Bidang Jalan dan Jembatan, Naskah Ilmiah Pengembangan Kemampuan Pengklasifikasian Jenis Kendaraan PLATO 2.2 (12 Klasifikasi) dapat diselesaikan.

Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai kegiatan Naskah Ilmiah Pengembangan Kemampuan Pengklasifikasian Jenis Kendaraan PLATO 2.2 (12 klasifikasi), serta sebagai bentuk pertanggung jawaban Ketua Paket Kerja kepada pihak-pihak terkait dalam pelaksanaan kegiatan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, bahwa rencana kerja Studi Tahun Anggaran 2018 telah dilaksanakan.

Pelaksanaan kegiatan ini diuraikan secara jelas, diantaranya: tujuan yang hendak dicapai, sasaran pelaksanaan kegiatan, waktu dan tempat pelaksanaan, output kegiatan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, pelaksanaan dan evaluasi kegiatan, serta kesimpulan dari penelitian ini. Laporan kegiatan ini semoga dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang terkait.

Bandung, Desember 2018

Ketua Paket Kerja,
Disi M. Hanafiah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	I
DAFTAR ISI	X
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Sasaran	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Sasaran	2
1.4 Luaran (Output)	2
1.5 Manfaat (Outcome)	3
1.6 Penerima Manfaat	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi Kendaraan	4
2.2 Teknologi SINDILA-PLATO	7
2.2.1 Gambaran Umum Teknologi	7
2.2.2 Penerapan SINDILA-PLATO	9
2.3 Metode Pendefinisian Panjang Kendaraan Pada Video Image Processing	10
2.4 Teknologi Pendeteksi Kendaraan Berdasarkan Beban Gandar	12
2.4.1 Weigh in Motion (WIM)	12
2.5 Hasil Uji Coba Penerapan Teknologi SINDILA-PLATO 2.1 Tahun 2017	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Lingkup Wilayah	17
3.2 Tahapan Kegiatan	17
3.3 Lingkup Pelaporan	23
3.4 Bagan Alir Kegiatan Studi Selama 1 (Satu) Tahun	24
BAB 4 PELAKSANAAN KEGIATAN	25

4.1	Pelaksanaan Kegiatan	25
4.1.1	Jadwal Pelaksanaan Kegiatan.....	25
4.1.2	Persiapan	26
4.1.3	Kajian Literatur	26
4.1.4	Diskusi Internal Dengan Narasumber	27
4.1.5	Penyusunan Laporan Pendahuluan.....	27
4.1.6	Evaluasi SINDILA-PLATO 2.1	28
4.1.7	Survei Primer.....	28
4.1.8	Evaluasi PLATO 2.1 Terkait Peningkatan ke PLATO 2.2.....	32
4.1.9	Analisis Klasifikasi Kendaraan	35
4.1.10	Konversi 14 Kelas ke 12 Kelas Bina Marga	38
4.1.11	Uji Coba PLATO 2.2	39
4.2	Evaluasi Kegiatan	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Padanan Jenis Kendaraan (Pedoman Kapasitas Kendaraan)	4
Tabel 2-2	Penyesuaian beberapa skema pembagian jenis kendaraan.....	6
Tabel 3-1	Penentuan Jumlah Sampel dari Populasi Tertentu dengan Taraf Kesalahan 1%, 5%, dan 10%.....	19
Tabel 3-2	Tabel Penentuan Jumlah Sampel Krejcie dan Morgan	20
Tabel 4-1	Jadwal Kegiatan Pengembangan Kemampuan Klasifikasi SINDILA-PLATO 2.225	
Tabel 4-2	Resume Survey Dimensi Kendaraan.....	31
Tabel 4-3	Komposisi Kendaraan yang Digunakan dalam Algoritma Program PLATO 2.2 .	39
Tabel 4-4	Hasil Uji Coba Sementara PLATO 2.2 (Arah Cibiru).....	40
Tabel 4-5	Hasil Uji Coba Sementara PLATO 2.2 (Arah Cicaheum)	41
Tabel 4-6	Rincian Keuangan Kegiatan Pengembangan SINDILA-PLATO 2018.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Klasifikasi Kendaraan Lalu Lintas Pd T-19-2004-B	5
Gambar 2-2	Gambaran Cara Kerja SINDILA-PLATO	7
Gambar 2-3	Sistem Sindila.....	8
Gambar 2-4	Dokumentasi Pemasangan SINDILA-PLATO	10
Gambar 2-5	Panjang Visual Antara Gambar dan Bidang Tanah.....	10
Gambar 2-6	Lebar Visual Antara Gambar dan Bidang Tanah	11
Gambar 2-7	Aplikasi Weigh in Motion Tipe Load Cell.....	12
Gambar 2-8	Aplikasi Weigh in Motion Tipe Strain Gages	13
Gambar 2-9	Aplikasi Weigh in Motion Tipe Piezoelectric.....	14
Gambar 2-10	Dokumentasi Pemasangan Alat SINDILA-PLATO 2.1	15
Gambar 3-1	Diagram Alir Tahapan Kegiatan.....	21
Gambar 3-2	Diagram Alir Tahap Upgrading PLATO 2.1 ke PLATO 2.2.....	22
Gambar 3-3	Bagan Alir Kegiatan Studi SINDILA-PLATO Tahun 2018.....	24
Gambar 4-1	Contoh Tampilan Kamera Infrared.....	33
Gambar 4-2	Rekomendasi Perkuatan Desain Tiang Arm	34
Gambar 4-3	CPU Cooling Fan.....	34
Gambar 4-4	Sebaran Data Dimensi Kendaraan	35
Gambar 4-5	Pengelompokan Dimensi Kendaraan Setelah Penyesuaian	37
Gambar 4-6	Konversi 14 Kelas ke 12 Kelas Bina Marga dalam PLATO 2.2	38
Gambar 4-7	Pelaksanaan Upgrade PLATO 2.1 ke PLATO 2.2.....	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perencanaan transportasi dan manajemen lalu lintas salah satu yang menjadi dasar pertimbangan adalah permintaan perjalanan yang diperoleh dari penghitungan volume lalu lintas. Metode penghitungan volume lalu lintas sampai saat ini masih dilakukan secara manual (menghitung langsung di lapangan) dan semi-manual (direkam melalui kamera dan dihitung secara manual di laboratorium atau kantor). Proses ini memakan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Dalam mengefisienkan proses tersebut, pengumpulan data harus dilakukan secara otomatis, yaitu menggunakan teknologi penghitung volume lalu lintas.

Teknologi penghitung volume lalu lintas, kecepatan kendaraan dan informasi kondisi lalu lintas secara otomatis dan *real time* yang telah dikembangkan oleh PUSJATAN telah dapat mengklasifikasi kendaraan sampai dengan 5 kelas kendaraan dengan jumlah lajur yang dapat dibaca yaitu 4 lajur 2 arah. Kemampuan pembacaan ini telah sesuai untuk perhitungan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Kemampuan teknologi hasil PUSJATAN ini juga telah disesuaikan dengan karakteristik lalu lintas di Indonesia yang persentase sepeda motornya sangat tinggi.

Selanjutnya pada tahun 2017 teknologi PUSJATAN yang diberi nama SINDILA-PLATO ini telah di implementasikan untuk 10 titik yang tersebar di jalan-jalan nasional dan provinsi di wilayah Jawa Barat. Lokasi-lokasi yang dipilih ini telah melalui serangkaian diskusi dengan memperhitungkan prioritas. Yang menjadi prioritas utama dari kegiatan ini adalah bahwa sistem harus terpasang untuk dapat memonitor kondisi lalu lintas pada kegiatan-kegiatan seperti mudik lebaran, libur sekolah, Natal dan Tahun Baru. Dengan begitu para pemangku kepentingan hanya perlu memonitor lalu lintas secara *visual* dan *real time* dengan menggunakan *website* atau aplikasi SINDILA-PLATO yang telah disimpulkan menjadi informasi yang lebih sederhana atau mudah dimengerti oleh pengguna jalan. Kemampuan pembacaan SINDILA-PLATO ini telah teruji mampu menghitung kendaraan dengan berbagai kondisi lalu lintas secara *non-stop*, di mana pada tahun 2017 SINDILA-PLATO dipergunakan untuk mengumpulkan data volume dan kecepatan selama 4 bulan secara terus menerus.

Pada kenyataannya jumlah klasifikasi yang ada pada SINDILA-PLATO versi 2.1 ini hanya dapat digunakan untuk menghitung kinerja lalu lintas berdasarkan MKJI. Sedangkan untuk pekerjaan kebinamargaan seperti mendesain perkerasan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (No. 02/M/BM/2017) dibutuhkan klasifikasi kendaraan yang lebih baik lagi. Maka untuk pengembangan selanjutnya, Puslitbang Jalan dan Jembatan Kementerian PU-PR akan melakukan kegiatan pengembangan kemampuan pengklasifikasian jenis kendaraan dari PLATO 2.1 agar sesuai dengan kebutuhan Bina Marga.

1.2 Rumusan Masalah

PLATO-SINDILA yang dibuat pada tahun anggaran sebelumnya masih dianggap kurang lengkap, yaitu hanya dapat menghitung kendaraan sampai dengan 5 (lima) kelas kendaraan artinya bahwa hanya dapat dipergunakan untuk menghitung kinerja jalan sesuai dengan MKJI. Sementara untuk menghitung tebal perkerasan diperlukan klasifikasi kendaraan lebih dari itu, sesuai dengan standar Bina Marga. Untuk melengkapi kebutuhan Bina Marga ini maka diperlukan pengembangan pada hal-hal berikut:

- a. Meningkatkan kemampuan software PLATO 2.1 dalam pembacaan kelas kendaraan sesuai dengan kebutuhan Bina Marga.
- b. Uji coba akurasi *software*.
- c. Kajian atau metoda yang tepat dalam menentukan klasifikasi kelas kendaraan lebih banyak dengan menggunakan *image processing technology*.

1.3 Tujuan dan Sasaran

1.3.1 Tujuan

Mengembangkan kemampuan pembacaan software PLATO 2.1 sesuai dengan kebutuhan Bina Marga.

1.3.2 Sasaran

Sasaran yang harus dicapai pada tahun 2018 ini adalah :

- a. Terwujudnya SINDILA PLATO V.2.2 yang mampu mendeteksi dan menghitung kendaraan sampai dengan dua belas (12) kelas kendaraan;
- b. Tercapainya *software* SINDILA PLATO V.2.2 dapat membaca kendaraan dengan tingkat akurasi diatas 90%.

1.4 Luaran (Output)

Luaran dari kegiatan ini adalah:

- a. Software PLATO 2.2 yang siap jual dengan kemampuan dengan *standar error* di bawah 10% (model sistem).
- b. Naskah ilmiah.

1.5 Manfaat (*Outcome*)

Terciptanya sistem yang mampu menghitung kendaraan secara otomatis untuk kebutuhan Bina Marga sehingga dapat membantu para penentu kebijakan dalam pembangunan infrastruktur jalan.

1.6 Penerima Manfaat

Secara rinci, penerima manfaat dari kegiatan ini adalah:

- a. Kementerian PUPR dalam hal ini Direktorat Jenderal Bina Marga dan Badan Penelitian dan Pengembangan;
- b. Kementerian/Dinas Perhubungan (Dirjen Perhubungan Darat);
- c. Dinas Bina Marga atau Pekerjaan Umum Daerah;
- d. Pengelola Jalan Tol;
- e. Profesional;
- f. Akademisi;
- g. Masyarakat pengguna jalan.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

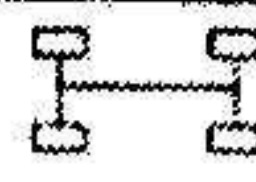
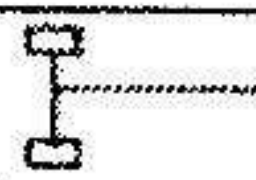
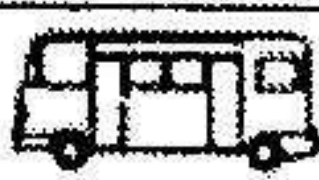
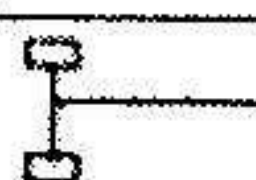
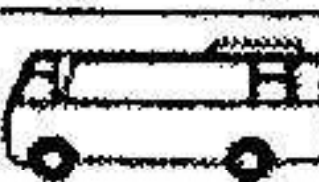
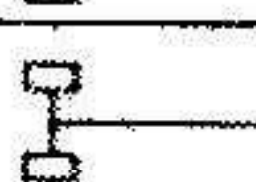
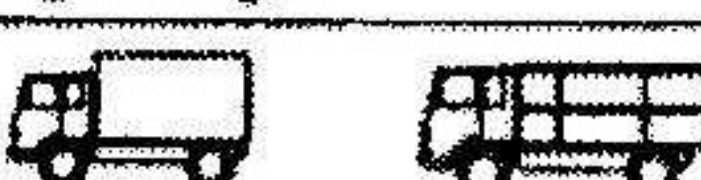
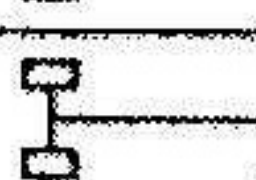
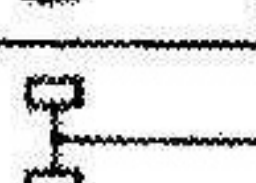
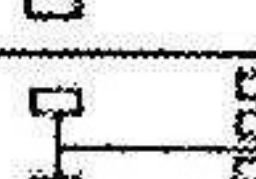
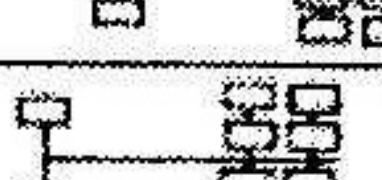
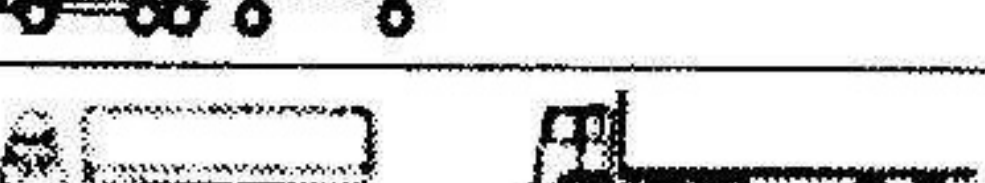
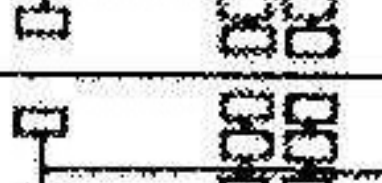
2.1 Klasifikasi Kendaraan

Menurut tujuan pengklasifikasian, dalam berbagai pedoman atau manual, kendaraan dibagi-bagi berdasarkan jenis angkutan, dimensi, dan beban gandar. Misal pada jalan tol, penggolongan kendaraan dilakukan untuk memberlakukan tarif yang berbeda pada setiap kendaraan. Lain halnya dalam MKJI, kendaraan dikelompokkan berdasarkan perbandingan panjang dengan kendaraan penumpang. Begitu juga klasifikasi dilingkungan DJBM (1992) baik yang dirumuskan pada tahun 1992 maupun yang sesuai dengan klasifikasi *Integrated Road Management System (IRMS)*, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1, masing-masing mengelompokkan sesuai kebutuhannya saat itu.

Tabel 2-1 Padanan Jenis Kendaraan (Pedoman Kapasitas Kendaraan)

IRMS (11 kelas)	DJBM (1992) (8 kelas)	MKJI'97 (5 kelas)
1. Sepeda motor, Skuter, Kendaraan roda tiga	1. Sepeda motor, Skuter, Sepeda kumbang, dan Sepeda roda tiga	1. SM: Kendaraan bermotor roda 2 dan 3 dengan panjang tidak lebih dari 2,5m
2. Sedan, Jeep, Station wagon	2. Sedan, Jeep, Station wagon	2. KR: Mobil penumpang (Sedan, Jeep, Station wagon, Opelet, Minibus, Mikrobus), Pickup, Truk Kecil, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5m
3. Opelet, Pickup-opelet, Suburban, Kombi, dan Minibus	3. Opelet, Pickup-opelet, Suburban, Kombi, dan Minibus	
4. Pickup, Mikro-truk, dan Mobil hantaran	4. Pickup, Mikro-truk, dan Mobil hantaran	
5a. Bus Kecil	5. Bus	3. KS: Bus dan Truk 2 sumbu, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 12,0m
5b. Bus Besar		
6. Truk 2 sumbu	6. Truk 2 sumbu	
7a. Truk 3 sumbu	7. Truk 3 sumbu atau lebih dan Gandengan	4. KB: Truk 3 sumbu dan Truk kombinasi (Truk Gandengan dan Truk Tempelan), dengan panjang lebih dari 12,0m.
7b. Truk Gandengan		
7c. Truk Tempelan (<i>Semi trailer</i>)		
8. KTB: Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong.	8. KTB: Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong.	5. KTB: Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong.

Dalam desain perkerasan, di mana pedoman yang digunakan saat ini adalah Manual Desain Perkerasan Jalan, No. 02/M/BM/2017, pengelompokan jenis kendaraan didasarkan pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas, Pd T-19-2004-B, adalah berdasarkan konfigurasi sumbu gandar. Pengelompokan kendaraan ini dapat dilihat pada Gambar 2-1,

Golongan	Kelompok jenis kendaraan	Jenis kendaraan	Konfigurasi sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, jeep, station wagon			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor			

Gambar 2-1 Klasifikasi Kendaraan Lalu Lintas Pd T-19-2004-B

(Sumber : Kimpraswil,2004)

Dan bila lebih jauh dilihat dari acuan awalnya, yaitu FHWA (Federal Highway Administration), seperti pada Gambar 2-2, kendaraan dikelompokkan menjadi 13 kelas, yaitu:

- Kelas 1 – Sepeda motor;
- Kelas 2 – Mobil penumpang;
- Kelas 3 – Kendaraan 2 as dengan 4 roda;
- Kelas 4 – Bus;
- Kelas 5 – Kendaraan 2 as dengan 6 roda;
- Kelas 6 – Truk 3 as;
- Kelas 7 – Truk dengan 4 as atau lebih;
- Kelas 8 – Truk gandeng dengan 4 as atau kurang;
- Kelas 9 – Truk gandeng 5 as;
- Kelas 10 – Truk gandeng dengan 6 as atau lebih;
- Kelas 11 –Truk multi-trailer dengan 5 as atau kurang;
- Kelas 12 – Truk multi-trailer dengan 6 as;
- Kelas 13 – Truk multi-trailer dengan 7 as atau lebih;

Tabel 2-2 Penyesuaian beberapa skema pembagian jenis kendaraan

Skema			Klasifikasi kendaraan	Konfigurasi Sumbu
Euro13	B.M	FHWA 13		
1	1 &2	2 &3	Kendaraan Ringan	MP 1.1
			<i>Medium Truck</i> /Bus Kecil	T 1.2 & B. 1.2
2	3	5	Truk 2 Sumbu	T 1.2
3	4	6	Truk 3 Sumbu	T 1.22
4	5	7	Truk 4 Sumbu	T 12. 22
5	6		Truk Gandengan	T 1.2 + 22
6	6		Truk 3 Sumbu + Gandengan 2 Sumbu	T 1.22 + 22
7	7	8	Traktor 2 Sumbu + Trailer 1 Sumbu	T 12 - 2
8	8	9	Traktor 2 Sumbu + Trailer 2 Sumbu	T 1.2 - 22
9	9	10	Traktor 2 Sumbu + Trailer 3 Sumbu	T 1.2 - 222
10	8		Traktor 3 Sumbu + Trailer 1 Sumbu	T 1.22-2
			Traktor 3 Sumbu + Trailer 2 Sumbu	T 1.22-22
11	9		Traktor 3 Sumbu + Trailer 3 Sumbu	T 1.22-222
12	10	4	Bus Besar	B 1.2
13	-		Kendaraan Lain-lain	

Keterangan:

EURO 13 : Pembagian jenis kendaraan Eropa 13 jenis

FHWA 13 : Pembagian jenis kendaraan *Federal Highway Administration* (USA) 13 jenis

Dalam menyesuaikan kebutuhan Bina Marga, maka klasifikasi kendaraan akan disesuaikan dengan database yang ada di Sistem Pengelolaan Database Jalan Nasional (SiPDJN) yaitu sebagai berikut:

- a. Kelas 1: Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3
- b. Kelas 2: Sedan, Jeep, Station Wagon
- c. Kelas 3: Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus
- d. Kelas 4: Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran
- e. Kelas 5: Bus Kecil
- f. Kelas 6: Bus Besar
- g. Kelas 7: Truk Ringan 2 As

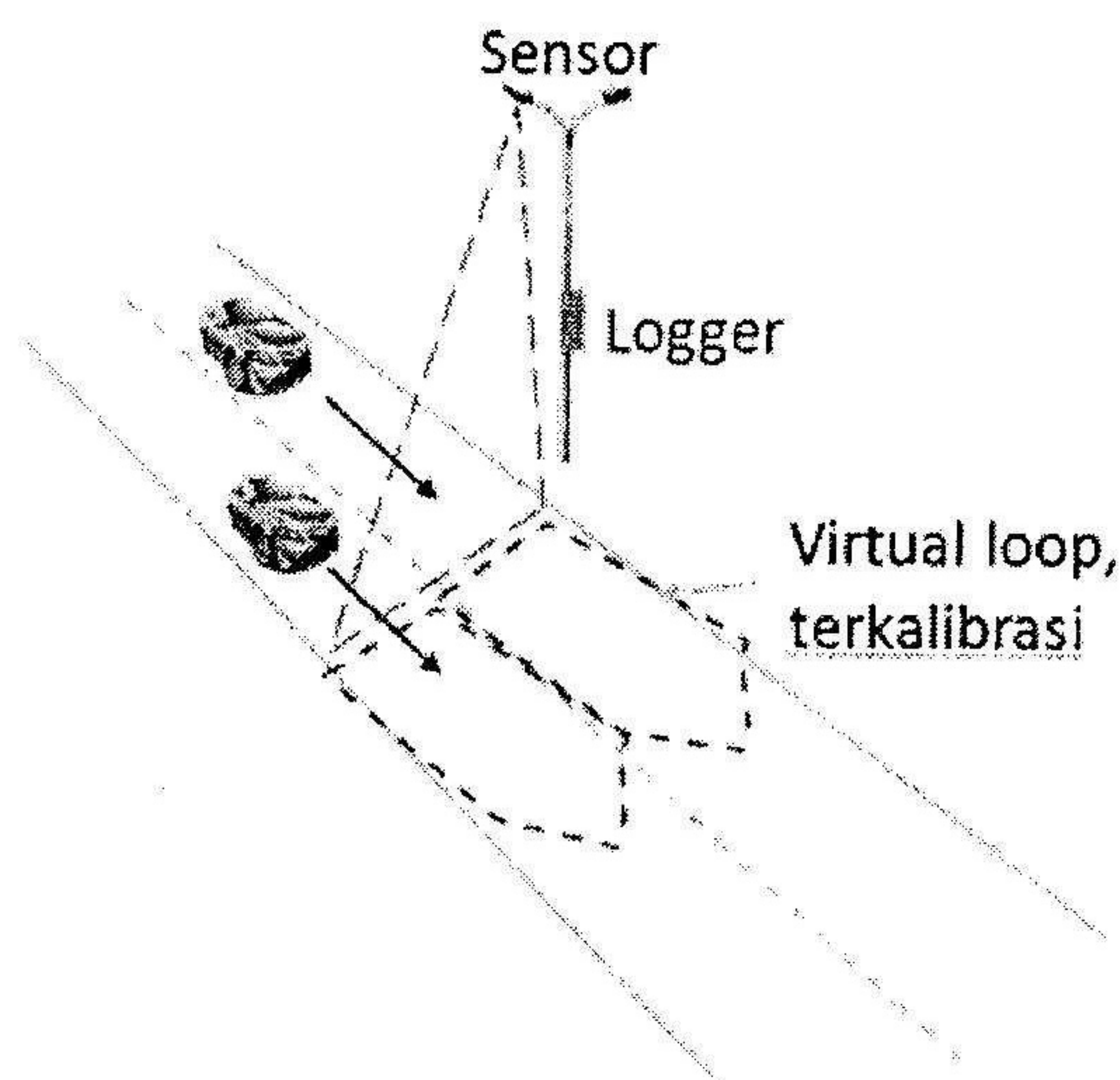
- h. Kelas 8: Truk Sedang 2 As
- i. Kelas 9: Truk 3 As
- j. Kelas 10: Truk Gandengan
- k. Kelas 11: Semi Trailer
- l. Kelas 12: Kendaraan Tak Bermotor

Klasifikasi tersebut tetap dipakai dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (No. 02/M/BM/2017), walaupun pada beberapa kelas diperinci lagi berdasarkan jenis muatan (muatan umum atau tanah, pasir, besi, atau semen) dan berdasarkan perbedaan konfigurasi sumbu.

2.2 Teknologi SINDILA-PLATO

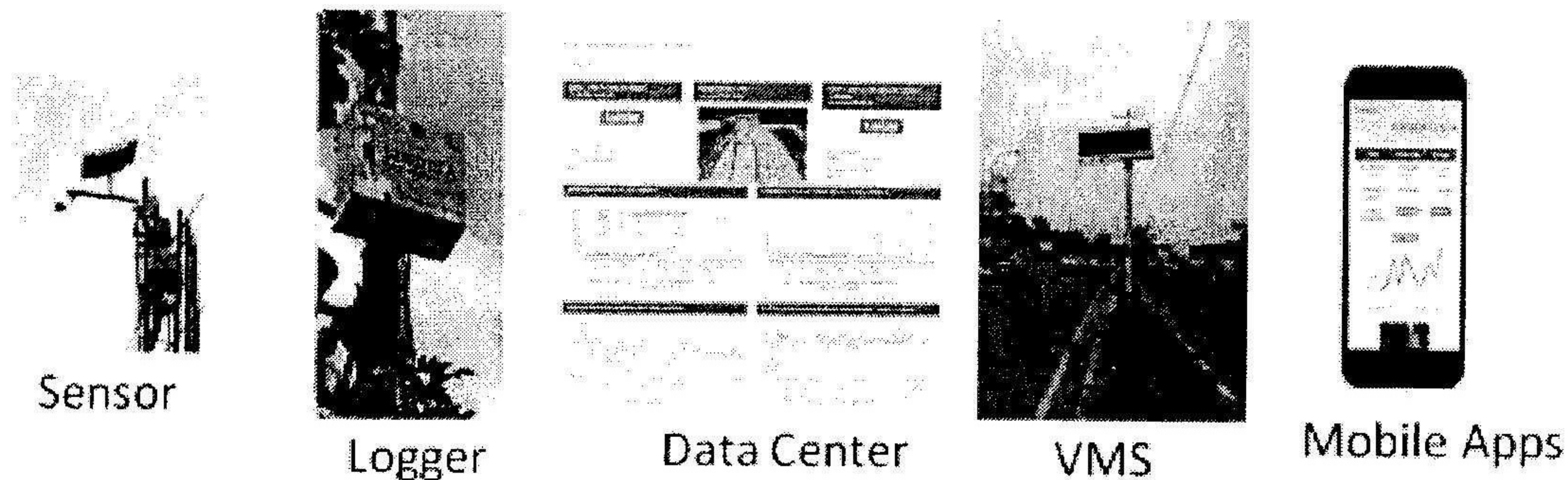
2.2.1 Gambaran Umum Teknologi

SINDILA-PLATO merupakan sistem besar dimana di dalamnya terdapat sensor pendeteksi kendaraan yang berfungsi untuk menginformasikan kondisi lalu lintas secara *realtime* di ruas yang ditinjau berdasarkan data volume, kecepatan dan data geometrik jalan. Cara kerja SINDILA seperti diilustrasikan pada Gambar 2-3, sensor kamera mendeteksi kendaraan yang melintas *virtual loop* yang sudah dikalibrasi terlebih dahulu. Selain keberadaan kendaraan, sensor juga mengestimasi kelas berdasarkan panjang kendaraan, mengestimasi kecepatan berdasarkan *time of fly* dari titik A ke titik B, mendeteksi arah kendaraan, mencatat, mencacah sehingga dapat diperoleh data volume per kelas, *headway*, *gap* antar kendaraan, kecepatan rata-rata, dan okupansi jalan. Selanjutnya seluruh data dikirim ke *data center* untuk diolah dan didistribusikan kepada yang membutuhkan.



Gambar 2-2 Gambaran Cara Kerja SINDILA-PLATO

Seperti terlihat pada Gambar 2-4, sistem SINDILA-PLATO terdiri dari *sensor*, *logger*, *datacenter*, dan *traffic display* (bisa berupa VMS, TLD, atau *mobile apps*). Dengan sistem seperti ini, pergerakan lalu lintas direkam melalui sensor yang selanjutnya diolah menjadi data volume lalu lintas dan data lain pada *logger*. Berikutnya, setelah data diolah, disampaikan dalam bentuk yang mudah dimengerti masyarakat (contohnya kondisi jalan: macet) melalui VMS atau *mobile apps* secara langsung. Jadi, ketika melintas, pengguna jalan dapat mengetahui kondisi lalu lintas jalan di depannya dan dapat segera mencari jalan alternatif lain.



Gambar 2-3 Sistem Sindila

Berikut adalah kelebihan SINDILA:

- a. Bebas *human error*,
- b. Dapat membaca lima (5) klasifikasi kendaraan,
- c. *Error* pembacaan kurang dari 20%,
- d. Memberi informasi kondisi lalu lintas secara *realtime*,
- e. Dapat menghitung secara *non-stop*.

SINDILA-PLATO yang akan dipasarkan ke masyarakat akan terdiri dari beberapa paket. Paket-paket ini merujuk pada kemampuan menghitung sejumlah klasifikasi yang berbeda-beda sesuai kebutuhan dari pengguna. Paket-paket yang dimaksud antara lain:

1. Paket untuk menghitung jumlah kendaraan: satu (1) klasifikasi (total kendaraan);
2. Paket Manual Kapasitas Jalan Indonesia: lima (5) klasifikasi yaitu, sepeda motor, kendaraan ringan, kendaraan berat menengah, truk besar, dan bus besar;
3. Paket Manual Desain Perkerasan Jalan: (13) klasifikasi yaitu, sepeda motor, dll.

2.2.2 Penerapan SINDILA-PLATO

Sampai saat ini, SINDILA-PLATO sudah diaplikasikan sejak tahun 2015, bekerja sama dengan PT. INTI dan beberapa Balai Pelaksana Jalan Nasional melakukan pemasangan di banyak ruas, sebagai berikut:

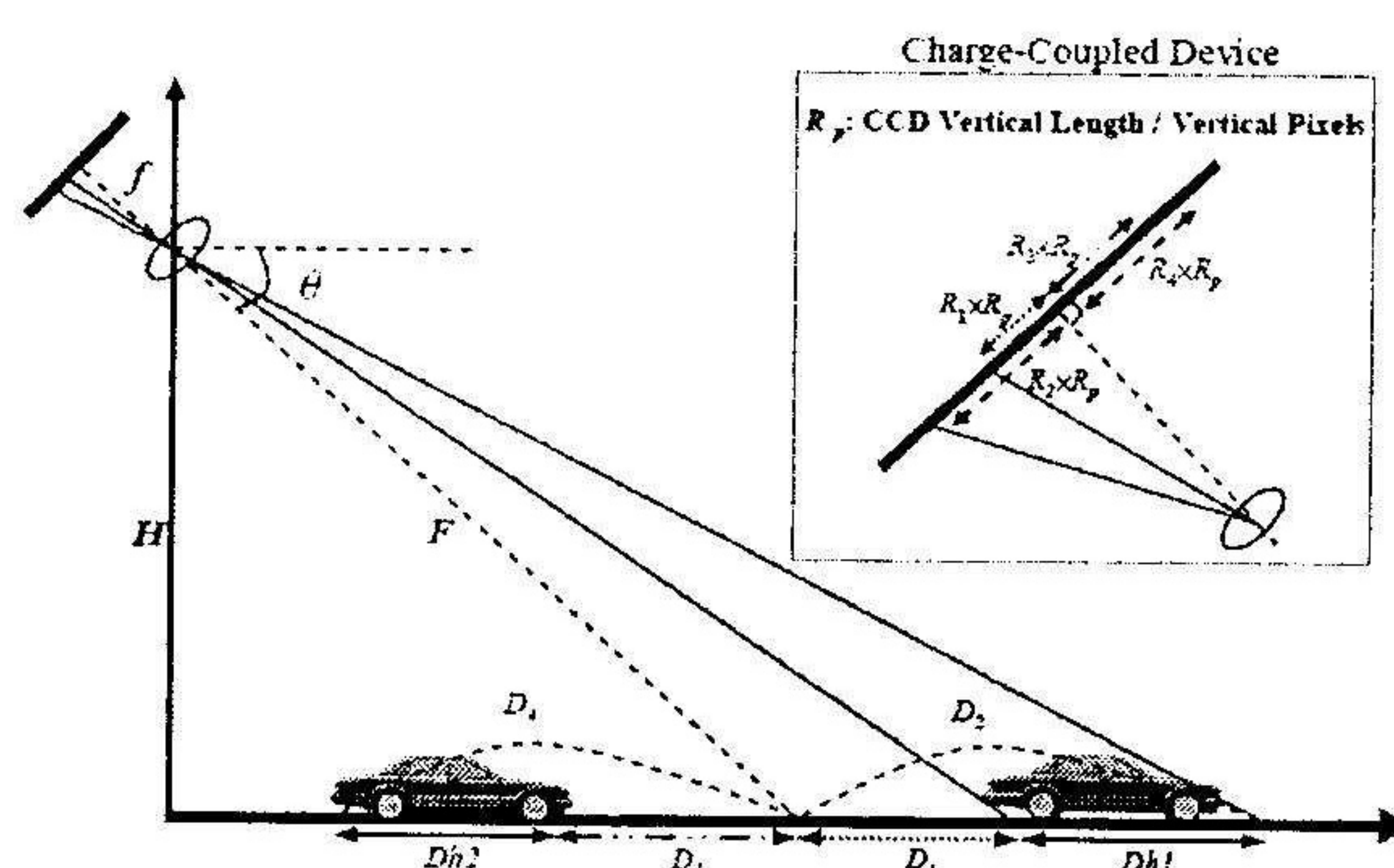
- a. Jl. Cimohong (Pantura) di Kabupaten Brebes
- b. Cicalengka (S:06°.58.057', E:107°.49.884')
- c. Ciawi Tasikmalaya (S:07°.08.756', E:108°.08.849')
- d. Merak Banten (S:05°.56.325', E:106°.0.130')
- e. Jl. Tol Cikopo-Palimanan KM 111+200 dan KM 137+600
- f. Jl Tol Purbaleunyi KM 98
- g. Jalan Raya Ciamis, Imbanagara,
- h. Jalan Raya Bandung-Garut,
- i. Jalan Raya Jatinangor,
- j. Jalan Raya Lemah Abang, Bekasi.
- k. Jembatan Sedayu Lawas (Lamongan),
- l. Jembatan Comal A dan B (Pemalang),
- m. Jembatan Cindaqa (Banyumas),
- n. Jembatan Tanggulangin (Kudus), dan
- o. Jembatan Air Tebih Suluh (Palembang)
- p. Jl. Pasir kaliki - Bandung
- q. Jl. Kopo - Bandung
- r. Ruas Jalan Soekarno Hatta bandung, Segmen Buah Batu - Cileunyi
- s. Ruas Jalan Soekarno Hatta bandung, Segmen Buah Batu - Pasir Koja Moch Toha
- t. Ruas Jalan Soekarno Hatta bandung, Segmen Moch Toha - Caringin



Gambar 2-4 Dokumentasi Pemasangan SINDILA-PLATO

2.3 Metode Pendefinisian Panjang Kendaraan Pada *Video Image Processing*

Untuk mendapatkan data volume lalu lintas, maka gambar dari kendaraan yang terekam di dalam kamera harus dikonversi terlebih dahulu agar bisa terbaca sebagai suatu data kendaraan. Lebih jauh, proses konversi tersebut juga harus bisa membedakan berbagai jenis kendaraan sesuai klasifikasi kendaraannya. Karena satuan panjang pada bidang gambar *pixel*, panjang *pixel* kendaraan berbeda sesuai dengan posisinya dalam bidang gambar terlebih dulu harus ditentukan panjang visual dan lebar visual masing-masing kendaraan untuk mendekati panjang dan lebar sebenarnya seperti ilustrasi pada Gambar 2-6 dan Gambar 2-7.



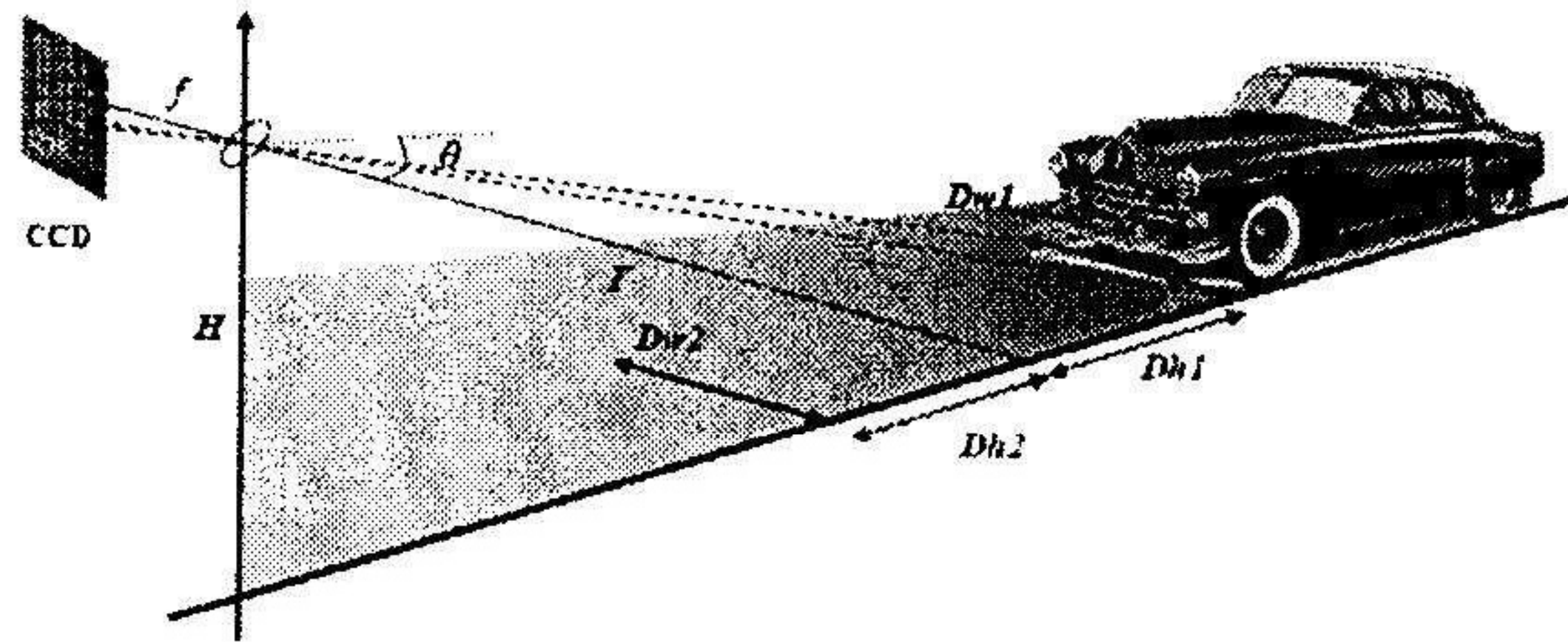
Gambar 2-5 Panjang Visual Antara Gambar dan Bidang Tanah

Sumber: Chiu, C., Ku, M., Wang, C. (2010)

Gambar 2-6 adalah ilustrasi dari penggunaan *optical geometry* untuk mencari hubungan antara panjang pixel pada gambar (R) dan panjang visual (Dh_1) di jalan. Garis putus-putus F adalah garis tengah dari kamera, dan Dh_1 merupakan panjang kendaraan di atas garis F . R_1 dan R_2 adalah panjang pixel gambar. H adalah tinggi kamera, f fokus kamera, dan θ adalah sudut kamera. Maka dapat dicari panjang Dh_1 dengan persamaan:

$$Dh_1 = D_2 - D_1$$

$$= \frac{R_p H}{\sin \theta} \left[\frac{R_2}{f \sin \theta - R_2 R_p \cos \theta} - \frac{R_1}{f \sin \theta - R_1 R_p \cos \theta} \right]$$



Gambar 2-6 Lebar Visual Antara Gambar dan Bidang Tanah

Sumber: Chiu, C., Ku, M., Wang, C. (2010)

Setelah panjang visual didapatkan, metode yang sama dapat digunakan untuk menghitung lebar visual, dengan persamaan berikut,

$$\frac{Dw1}{Rw} = \frac{F + Dh1 \cos \theta}{f}$$

$$Dw1 = \frac{Rw \left(\frac{H}{\sin \theta} + D_1 \cos \theta \right)}{f}$$

Keterangan:

Rw : lebar pixel

$Dw1$: lebar visual garis khayal 1

$Dw2$: lebar visual garis khayal 2

Chung-Cheng Chiu, Min-Yu Ku And Chun-Yi Wang (2010) melakukan penelitian untuk mengklasifikasikan berbagai jenis kendaraan berdasarkan panjang dan lebar visualnya. Hasilnya, jika panjang visual objek bergerak adalah 15 ~ 17 m dan lebar visual 3 ~ 4 m, objek diklasifikasikan sebagai kendaraan besar, seperti bus atau truk. Ketika panjang visual dari objek bergerak adalah antara 4,5 dan 7.5 m dan lebar visual antara 1,4 sampai 3.0 m, objek bergerak diklasifikasikan sebagai kendaraan kecil, seperti van, kendaraan utilitas, sedan, atau truk mini.

2.4 Teknologi Pendeteksi Kendaraan Berdasarkan Beban Gandar

2.4.1 Weigh in Motion (WIM)

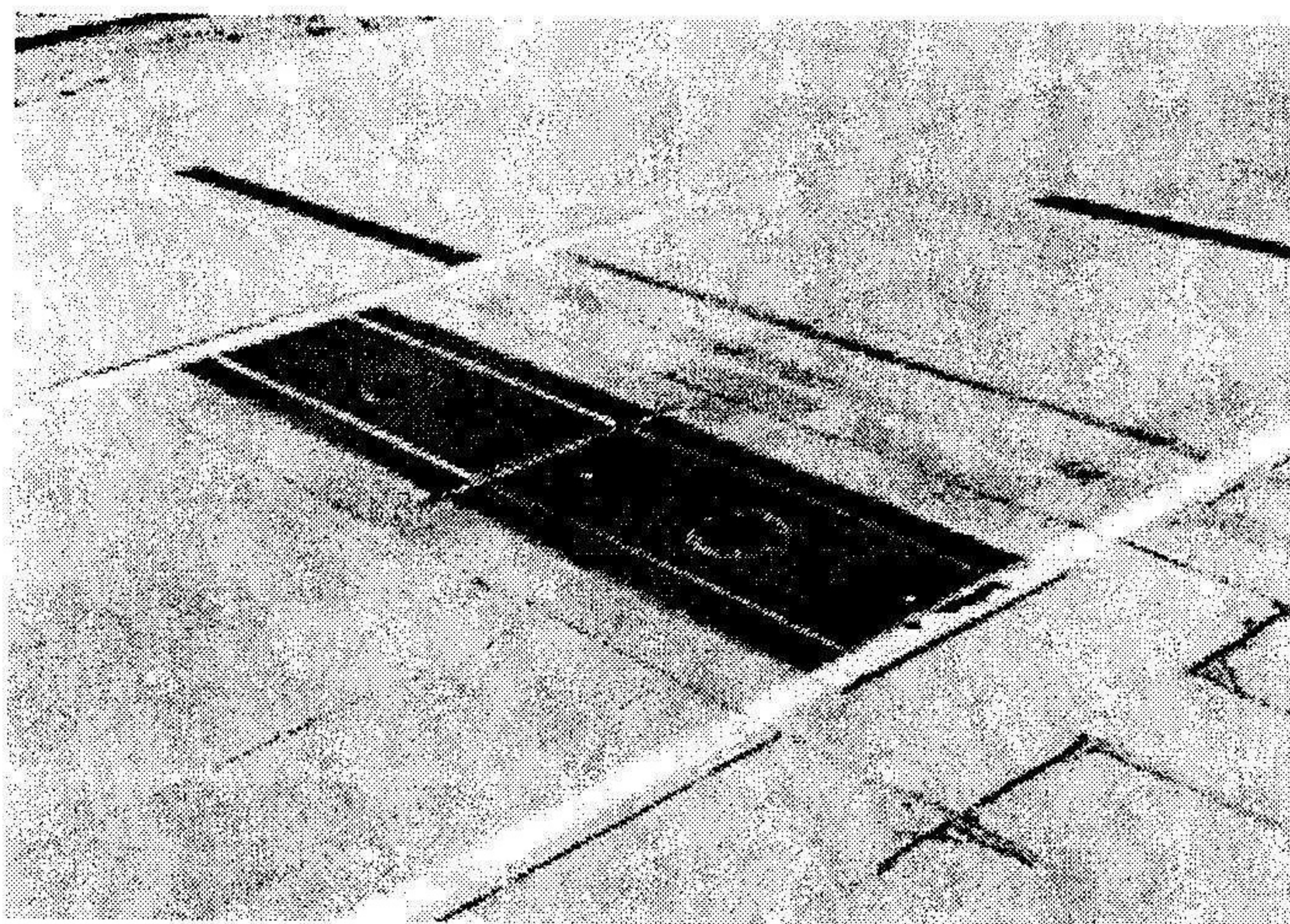
Weigh-In-Motion (WIM) adalah sebuah metode pengukuran beban kendaraan yang dapat dilakukan ketika kendaraan dalam kondisi bergerak. Teknologi WIM ini adalah perkembangan terbaru dari pengukuran beban kendaraan yang selama ini dilakukan secara statis, yaitu mengukur beban kendaraan dalam kondisi berhenti di suatu lokasi pengukuran beban statis yang biasa disebut jembatan timbang.

Data yang dapat dikumpulkan dari WIM antara lain beban gandar (*axle weight*) dan beban total (*gross weight*), jarak antar gandar (*axle spacing*), klasifikasi kendaraan, dan kecepatan kendaraan. Klasifikasi kendaraan yang dipakai alat pengukur sistem WIM bisa disesuaikan dengan klasifikasi yang digunakan, misal di Indonesia digunakan klasifikasi Bina Marga, seperti yang dikelompokkan dalam pencacahan lalu lintas kendaraan.

Teknologi sensor WIM terus berkembang seiring berjalannya waktu. Dari sekian banyak jenis teknologi sensor WIM yang dikembangkan, ada beberapa jenis teknologi dasar yang sering digunakan sebagai sensor untuk sistem WIM. Teknologi itu antara lain adalah *strain gage*, *load cell*, dan *piezoelectric*.

a. Load Cell

Sistem WIM dengan teknologi *load cell* seperti ditunjukkan Gambar 2-7, menggunakan sebuah pelat yang dilengkapi dengan *load cell*. Ketika kendaraan bergerak melintasi pelat, sistem merekam beban dinamik yang bekerja pada *loadcell*. Jenis *loadcell* yang digunakan dapat berupa *heavy-duty stainless steel compression cell* maupun *hydraulic load cell* dengan kapasitas sangat besar.

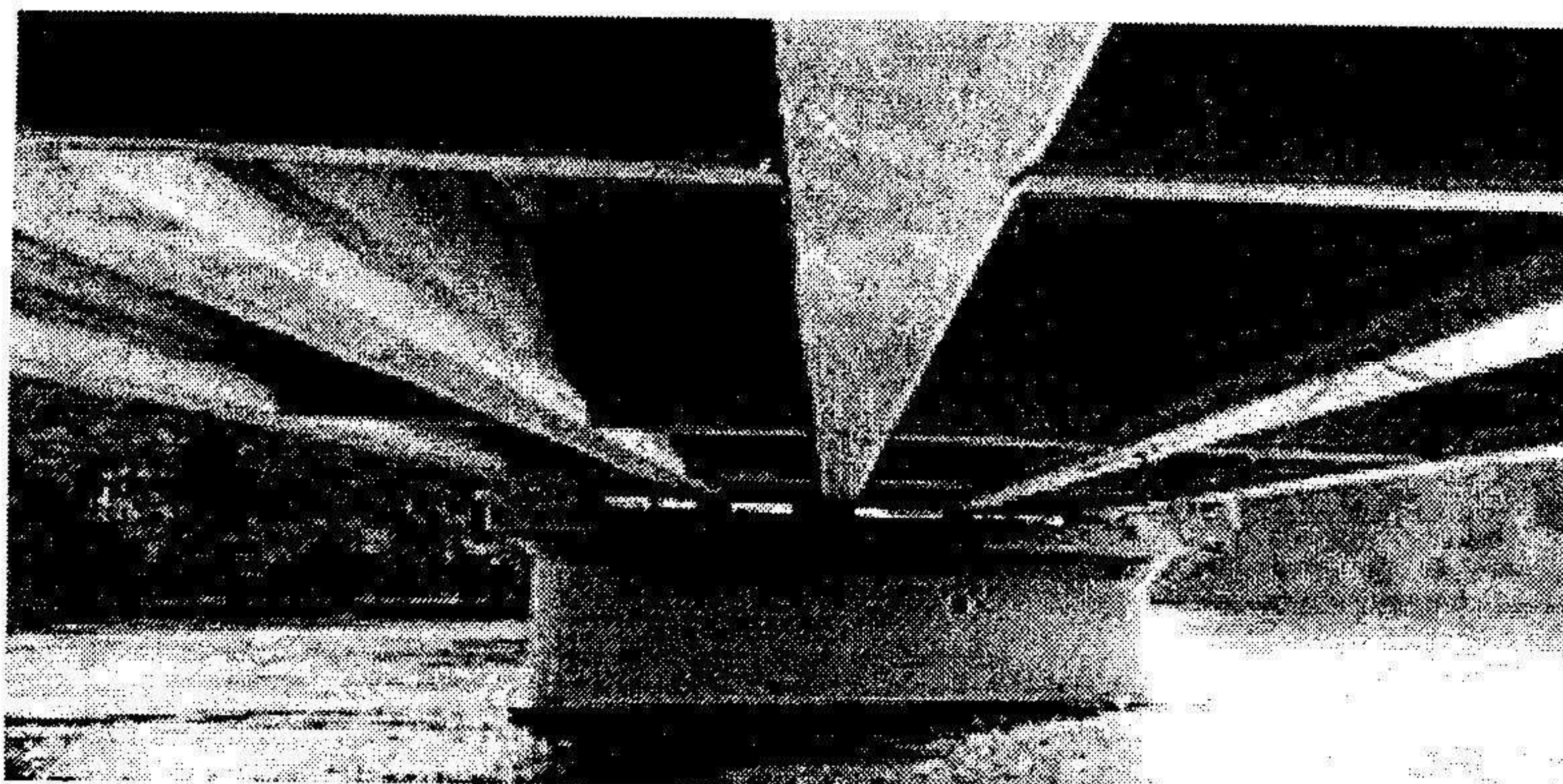


Gambar 2-7 Aplikasi Weigh in Motion Tipe Load Cell

Sumber: FHWA

b. Jembatan dengan *Strain Gages*

Sistem WIM ini menggunakan *strain gages* di beberapa titik pada struktur jembatan yang ditunjukkan **Gambar 2-8**. Agar lebih sederhana, sistem ini biasanya digunakan pada jembatan dengan sistem struktur statis tertentu, yaitu terletak pada dua tumpuan sederhana, dengan lokasi pemasangan *strain gages* biasanya ditempatkan di serat bawah tengah bentang jembatan maupun di seperempat bentang jembatan. Ketika kendaraan melintasi jembatan, dapat diketahui regangan yang tercatat pada *strain gages*, yang kemudian dapat dianalisis balik untuk mendapat besaran beban akibat regangan struktur jembatan yang terjadi.



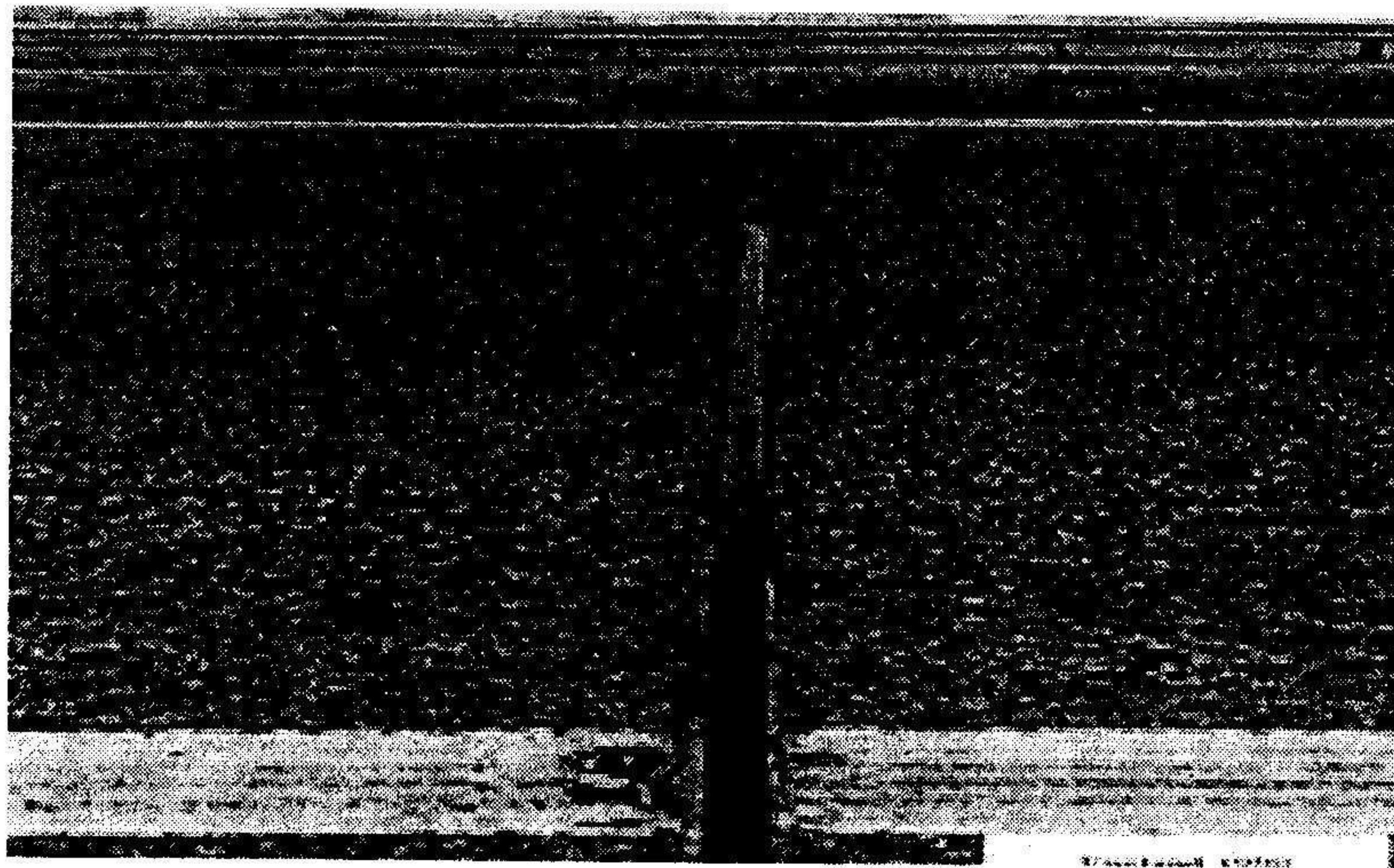
Gambar 2-8 Aplikasi Weigh in Motion Tipe *Strain Gages*

Sumber: FHWA

c. *Piezoelectric*

Sistem WIM dengan teknologi sensor *piezoelectric* adalah yang paling banyak digunakan untuk keperluan pengambilan data. Sistem sensor *piezoelectric* yang tipikal seperti pada **Gambar 2-9** pada dasarnya terdiri dari kawat tembaga, diselubungi oleh material *piezoelectric*, dan dibungkus lagi dengan tembaga yang memiliki sifat konduktor.

Selain itu, sensor jenis ini dapat berbentuk *WIM Strip*. *WIM Strip* berbentuk pelat alumunium yang dibalut karet sehingga dapat diletakkan dan direkatkan pada permukaan perkerasan. Cara kerja dari sensor ini adalah saat tekanan diberikan pada material *piezoelectric*, arus listrik akan terproduksi.



Gambar 2-9 Aplikasi Weigh in Motion Tipe Piezoelectric

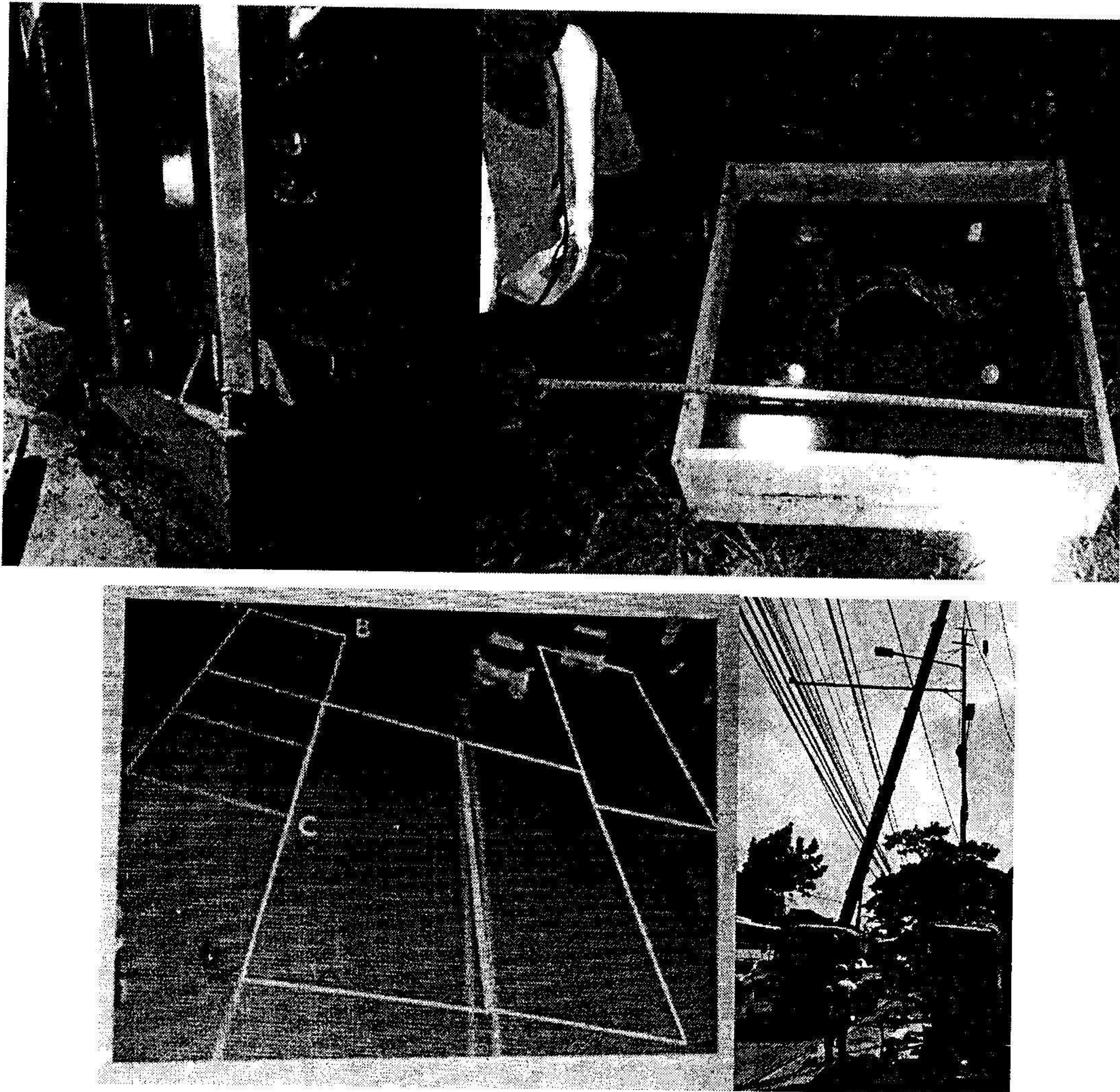
Sumber: FHWA

Sensor ini dipasang di perkerasan jalan dan beban kendaraan yang diterima sensor adalah yang ditransfer lewat perkerasan jalan. Dalam hal ini, karakter perkerasan juga mempengaruhi sinyal output dari sensor. Dengan menghitung dan menganalisis arus yang diproduksi, sensor dapat digunakan untuk menghitung berat dari roda yang melintas atau gabungan gandar dari kendaraan. Saat ini sudah diproduksi banyak variasi sensor *piezoelectric* dari bentuk, ukuran, pengemasan sensor, dan sebagainya, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, pemasangan yang lebih mudah, dan jangka waktu pemakaian yang lebih lama.

2.5 Hasil Uji Coba Penerapan Teknologi SINDILA-PLATO 2.1 Tahun 2017

Pada tahun 2017, teknologi PLATO 2.1 diuji coba yang diintegrasikan dengan sistem SINDILA dengan nama SINDILA-PLATO 2.1. Teknologi ini dipasang di sepuluh (10) titik yang mewakili jalan perkotaan, jalan antar kota, jalan tol, jalan provinsi, dan jalan nasional. Dokumentasinya dapat dilihat pada Gambar 2-10.

Dari sepuluh titik yang dipasang, secara umum alat telah dapat membaca sebanyak lima (5) klasifikasi dengan baik, terutama dalam pembacaan sepeda motor. Namun alat tersebut belum dapat menghitung dengan baik pada kondisi hujan dan malam hari. Merujuk pada naskah ilmiah Pengembangan Alat Perhitungan Lalulintas dengan Teknik Perekaman Video Image Pusjatan (Pusjatan, 2014), agar sensor dapat membaca dalam cuaca apapun perlu dilengkapi dengan kamera *infrared* atau *thermal*.



Gambar 2-10 Dokumentasi Pemasangan Alat SINDILA-PLATO 2.1

Dari evaluasi penerapan sebelumnya, dalam penentuan titik juga harus diperhatikan kemungkinan berkembangnya lingkungan sekitar. Contohnya pada lokasi Jl. Soekarno Hatta, pada saat penentuan titik, titik terpilih merupakan daerah yang paling lapang, jikalau ada pohon, ukurannya kecil. Namun ketika proses pengumpulan data, salah satu dahan dari pohon tersebut tumbuh melintangi jalan sehingga menghalangi tangkapan kamera terhadap kendaraan.

Selain lingkungan, karakteristik lalu lintas pun harus diperhatikan. Pada titik Jomin, lalu lintas truk besar dan trailer cukup tinggi. Dengan pengaturan (tinggi dan sudut kamera) seperti di jalan perkotaan ternyata tidak optimal dalam menangkap pergerakan truk besar dan trailer tersebut. Hasilnya selain banyak kendaraan yang terhalang, akurasi kelas truk besar menjadi rendah. Agar bisa menghitung dengan lebih baik, kamera harus diletakkan pada posisi yang lebih tinggi dengan sudut kamera tertentu sehingga tidak ada kendaraan yang terhalang.

Dari segi kemampuan kamera, saat ini hanya mampu mendeteksi kendaraan pada empat (4) lajur. Dalam kondisi tertentu dengan median, membutuhkan pengaturan sudut yang khusus agar semua pergerakan kendaraan dapat terekam. Dalam kasus sebelumnya, pada titik jalan tol yang memiliki median cukup lebar (lebih dari 2 meter), akurasi perhitungan kendaraan pada lajur paling kanan dan paling kiri lebih rendah dibandingkan dengan lajur dalam. Untuk itu, kondisi seperti ini sebaiknya dihindari.

Dengan kemampuan kamera biasa seperti yang diterapkan pada 10 titik sebelumnya, bayangan kendaraan mempengaruhi akurasi perhitungan. Pada kondisi di mana bayangan kendaraan menjadi panjang, akurasi semakin rendah. Begitu juga pada malam hari di mana sorotan lampu kendaraan dapat mempengaruhi pembacaan. Diharapkan dengan menggunakan kamera yang dilengkapi dengan *infrared*, permasalahan tersebut dapat diatasi.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lingkup Wilayah

Kegiatan penelitian ini sebagian besar akan dilakukan di Kota Bandung. Sedangkan mengacu pada data yang dibutuhkan, yaitu dimensi kendaraan berat, maka akan dilakukan pengumpulan data/informasi pada daerah yang memiliki pusat industri karoseri dan memiliki lalu lintas angkutan berat cukup banyak, yaitu di Pulau Jawa (DKI Jakarta, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta , Jawa Timur) dan Pulau Sumatera.

3.2 Tahapan Kegiatan

Dalam menyempurnakan teknologi PLATO 2.1 yang belum dapat membaca dalam keadaan hujan dan malam hari juga adanya gangguan dari bayangan kendaraan serta melengkapi kebutuhan klasifikasi sesuai standar Bina Marga, maka inti dalam kegiatan ini adalah peningkatan kemampuan alat PLATO 2.1. Peningkatan kemampuan ini dilakukan dengan modifikasi *hardware* dan *software*. Dari *hardware*, kamera akan diganti dengan menggunakan kamera ber-*infrared*. Sedangkan dari *software* harus dilakukan pendetailan lebih dalam pada metode yang digunakan. Karena metode yang digunakan dalam software PLATO adalah dengan memilah-milah berdasarkan dimensi kendaraan, maka dengan semakin banyaknya jenis kendaraan, data dimensi setiap jenis kelas kendaraan harus dihitung secara detail.

Setelah data tersebut didapat, maka selanjutnya dapat dilakukan peningkatan software, di mana hasilnya akan melalui juga proses uji akurasi sehingga dihasilkan penghitungan yang akurat. Secara umum, gambaran kegiatan ini dibagi kepada 4 (empat) tahap, seperti dapat dilihat pada diagram alir **Gambar 3-1**, yaitu:

1. Tahap Persiapan

Dalam tahap ini dilakukan pembentukan tim, serta pemantapan KAK, RMP, RKA-KL serta metodologi yang akan digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Setelah tim terbentuk dan acuan penelitian jelas, selanjutnya dilakukan diskusi mengenai rencana isi dari studi serta menyiapkan bahan-bahan untuk dikaji berkaitan dengan pengklasifikasian kendaraan di Indonesia.

2. Tahap Studi dan Review

Pada tahap ini dilakukan tinjauan pustaka dan evaluasi dari penerapan SINDILA-PLATO 2.1 pada tahun sebelumnya. Tinjauan pustaka dilakukan berkaitan dengan:

- a. Klasifikasi kendaraan, dapat bersumber dari MKJI, IRMS, dan Bina Marga;
- b. Teknologi pendeteksi kendaraan berdasarkan dimensi dan beban gandar.

Sedangkan evaluasi SINDILA-PLATO 2.1 dilakukan untuk:

- a. Mencari titik ideal (dari alat yang sudah terpasang), untuk pengujian software;
- b. Mengidentifikasi peluang peningkatan kemampuan alat PLATO 2.1 (selain penambahan jumlah klasifikasi kendaraan;

3. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini terlebih dahulu akan dilakukan survei instansional untuk lebih mengerti kebutuhan dari *user*, dalam hal ini Bina Marga, berkaitan dengan data lalu lintas yang dibutuhkan. Hal ini penting dilakukan mengingat adanya dimensi kendaraan berat yang tidak sesuai standar. Dari survei instansional ini juga diharapkan adanya masukan mengenai lokasi survei yang baik, demi mendapatkan data dimensi kendaraan, terutama kendaraan berat.

Dalam menentukan jumlah sampel responden, digunakan dua pendekatan sebagai berikut:

1.) Jika populasi diketahui:

- a.) Melalui perhitungan Rumus Slovin

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dimana:

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

e^2 = persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat ditolerir

b.) Melalui tabel Issac dan Michael

Tabel 3-1 Penentuan Jumlah Sampel dari Populasi Tertentu dengan Taraf Kesalahan 1%, 5%, dan 10%

N = Jumlah Populasi/Pegawai (10 orang - 1.000.000 orang)

N	Sampel			N	Sampel			N	Sampel			N	Sampel		
	10%	5%	1%		10%	5%	1%		10%	5%	1%		10%	5%	1%
10	10	10	10	240	176	142	127	1.600	469	286	232	450.000	663	348	270
15	15	14	14	250	182	146	130	1.700	477	289	234	500.000	663	348	270
20	19	19	19	260	187	149	133	1.800	485	292	235	550.000	663	348	270
25	24	23	23	270	192	152	135	1.900	492	294	237	600.000	663	348	270
30	29	28	27	280	197	155	138	2.000	498	297	238	650.000	663	348	270
35	33	32	31	290	202	158	140	2.200	510	301	241	700.000	663	348	270
40	38	36	35	300	207	161	143	2.400	520	304	243	750.000	663	348	270
45	42	40	39	320	216	167	147	2.600	529	307	245	800.000	663	348	271
50	47	44	42	340	225	172	151	2.800	537	310	247	850.000	663	348	271
55	51	48	46	360	234	177	155	3.000	543	312	248	900.000	663	348	271
60	55	51	49	380	242	182	158	3.500	558	317	251	950.000	663	348	271
65	59	55	53	400	250	186	162	4.000	569	320	254	1.000.000	663	348	271
70	63	58	56	420	257	191	165	4.500	578	323	255				
75	67	62	59	440	265	195	168	5.000	586	326	257				
80	71	65	62	460	272	198	171	6.000	598	329	259				
85	75	68	65	480	279	202	173	7.000	606	332	261				
90	79	72	68	500	285	205	176	8.000	613	334	263				
95	83	75	71	550	301	213	182	9.000	618	335	263				
100	87	78	73	600	315	221	187	10.000	622	336	263				
110	94	84	78	650	329	227	191	15.000	635	340	266				
120	102	89	83	700	341	233	195	20.000	642	342	267				
130	109	95	88	750	352	238	199	30.000	649	344	268				
140	116	100	92	800	363	243	202	40.000	653	345	269				
150	122	105	97	850	373	247	205	50.000	655	346	269				
160	129	110	101	900	382	251	208	75.000	658	346	270				
170	135	114	105	950	391	255	211	100.000	659	347	270				
180	142	119	108	1.000	399	258	213	150.000	661	347	270				
190	148	123	112	1.100	414	265	217	200.000	661	347	270				
200	154	127	115	1.200	427	270	221	250.000	662	348	270				
210	160	131	118	1.300	440	275	224	300.000	662	348	270				

c.) Melalui tabel Krejcie dan Morgan

Tabel 3-2 Tabel Penentuan Jumlah Sampel Krejcie dan Morgan

N = Jumlah Populasi/Pegawai (10 orang - 100.000 orang)

Sampel

N	Sampel	N	Sampel	N	Sampel
10	10	220	140	1200	291
15	14	230	144	1300	297
20	19	240	148	1400	302
25	24	250	152	1500	306
30	28	260	155	1600	310
35	32	270	159	1700	313
40	36	280	162	1800	317
45	40	290	165	1900	320
50	44	300	169	2000	322
55	48	320	175	2200	327
60	52	340	181	2400	331
65	56	360	186	2600	335
70	59	380	191	2800	338
75	63	400	196	3.000	341
80	66	420	201	3.500	346
85	70	440	205	4.000	351
90	73	460	210	4.500	354
95	76	480	214	5.000	357
100	80	500	217	6.000	361
110	86	550	226	7.000	364
120	92	600	234	8.000	367
130	97	650	242	9.000	368
140	103	700	248	10.000	370
150	108	750	254	15.000	375
160	113	800	260	20.000	377
170	118	850	265	30.000	379
180	123	900	269	40.000	380
190	127	950	274	50.000	381
200	132	1.000	278	75.000	382
210	136	1.100	285	100.000	384

Dari ketiga cara tersebut, bisa digunakan untuk melakukan penarikan jumlah sampel dari total populasi yang ada. Tentang formula/cara mana yang paling tepat untuk pengambilan sampel, bisa disesuaikan dengan tingkat kebutuhan penelitian anda dan jumlah populasi yang teridentifikasi. Setiap formula/cara baik rumus Slovin, Tabel Isaac dan Michael, Tabel Krejcie dan Morgan, mempunyai pendekatan statistik yang

berbeda-beda. Akan tetapi ketiga formula/cara tersebut dapat digunakan untuk penarikan sampel di dalam dunia penelitian.

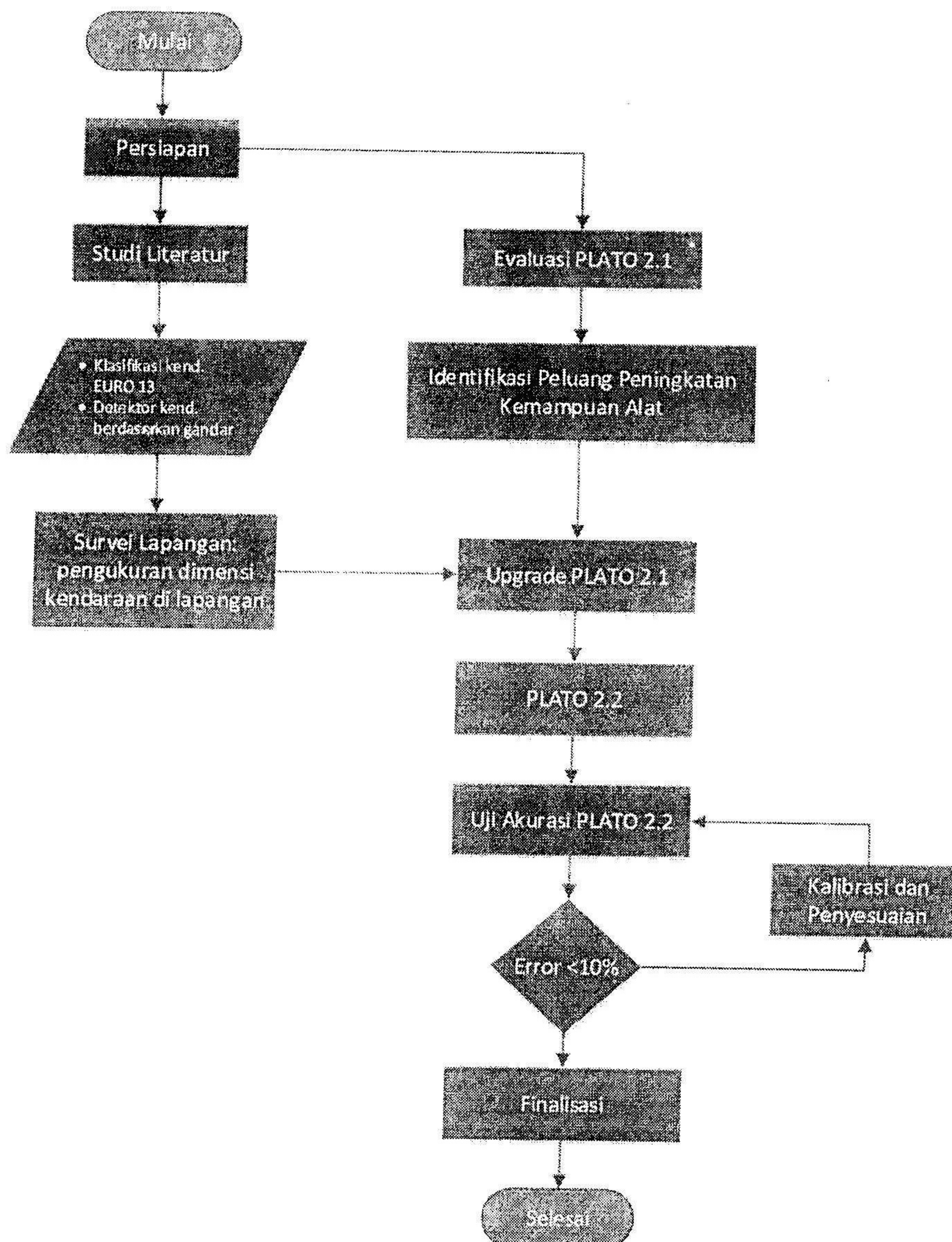
2.) Jika populasi tidak diketahui

Jika jumlah populasi sulit diprediksi, maka perhitungan ukuran minimal sampel dengan pendekatan sebagai berikut:

$$n \geq \frac{1}{\alpha^2}$$

Dimana:

$(1 - \alpha)\%$ = asumsi interval kepercayaan sampel terhadap populasi atau toleransi kesalahan yang dapat diterima

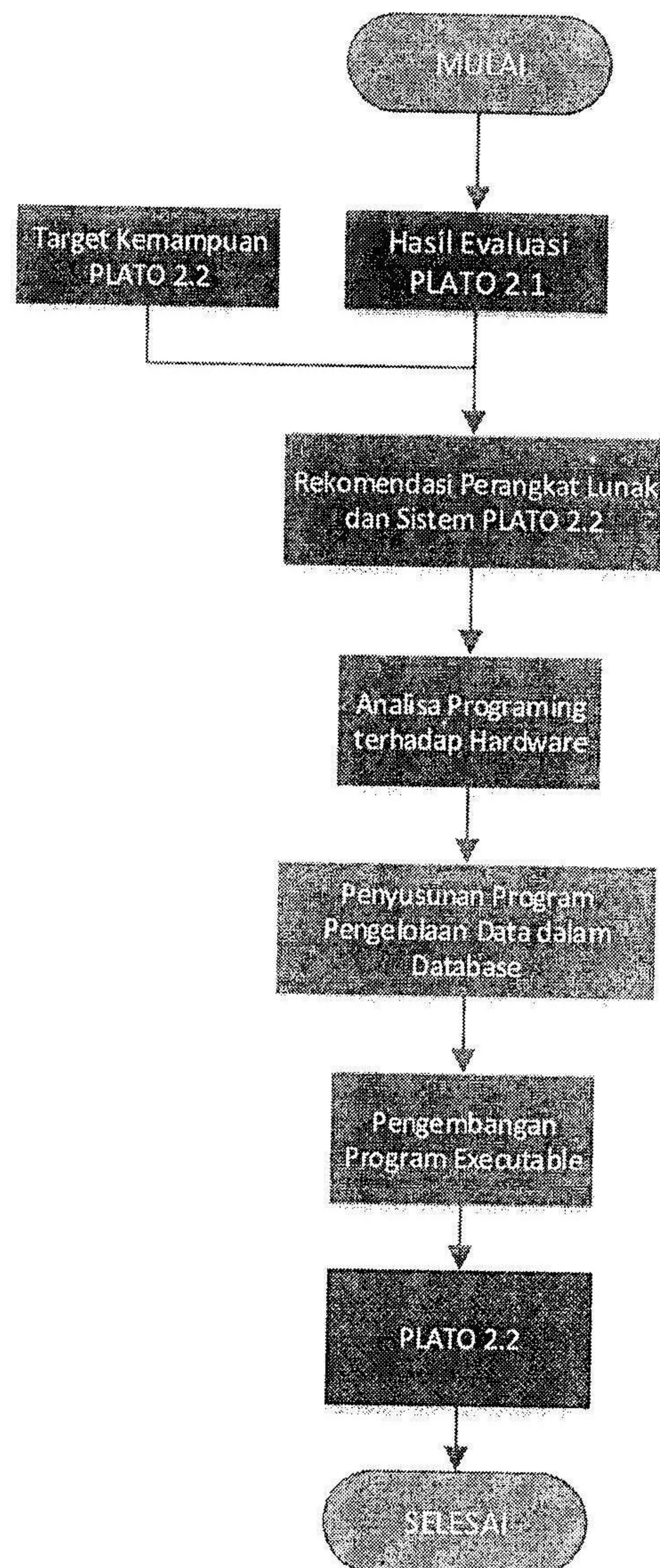


Gambar 3-1 Diagram Alir Tahapan Kegiatan

4. Tahap *Upgrading* PLATO 2.1 ke PLATO 2.2

Proses *upgrading* atau peningkatan kemampuan SINDILA PLATO versi 2.2, seperti terlihat pada **Gambar 3-2**, akan menggunakan jasa konsultan perorangan. Pekerjaan konsultan perorangan untuk memperoleh hasil yang diinginkan meliputi 4 buah paket pekerjaan, yaitu:

- a. Paket Pekerjaan Penyusunan Rekomendasi Perangkat Lunak dan Sistem PLATO
- b. Paket Pekerjaan Analisa Programing (secara low level) Terhadap Hardware.
- c. Paket Pekerjaan Pengembangan Program Executable.
- d. Paket pekerjaan Penyusunan Program Untuk Mengelola Data Dalam Database.



Gambar 3-2 Diagram Alir Tahap Upgrading PLATO 2.1 ke PLATO 2.2

Hasil 4 buah paket pekerjaan ini manfaatnya adalah untuk peningkatan kemampuan *software* dan *hardware*. Tujuan utamanya adalah agar *software* dapat membaca tiga

belas (13) klasifikasi kendaraan, namun tidak menutup kemungkinan adanya peningkatan kemampuan lain.

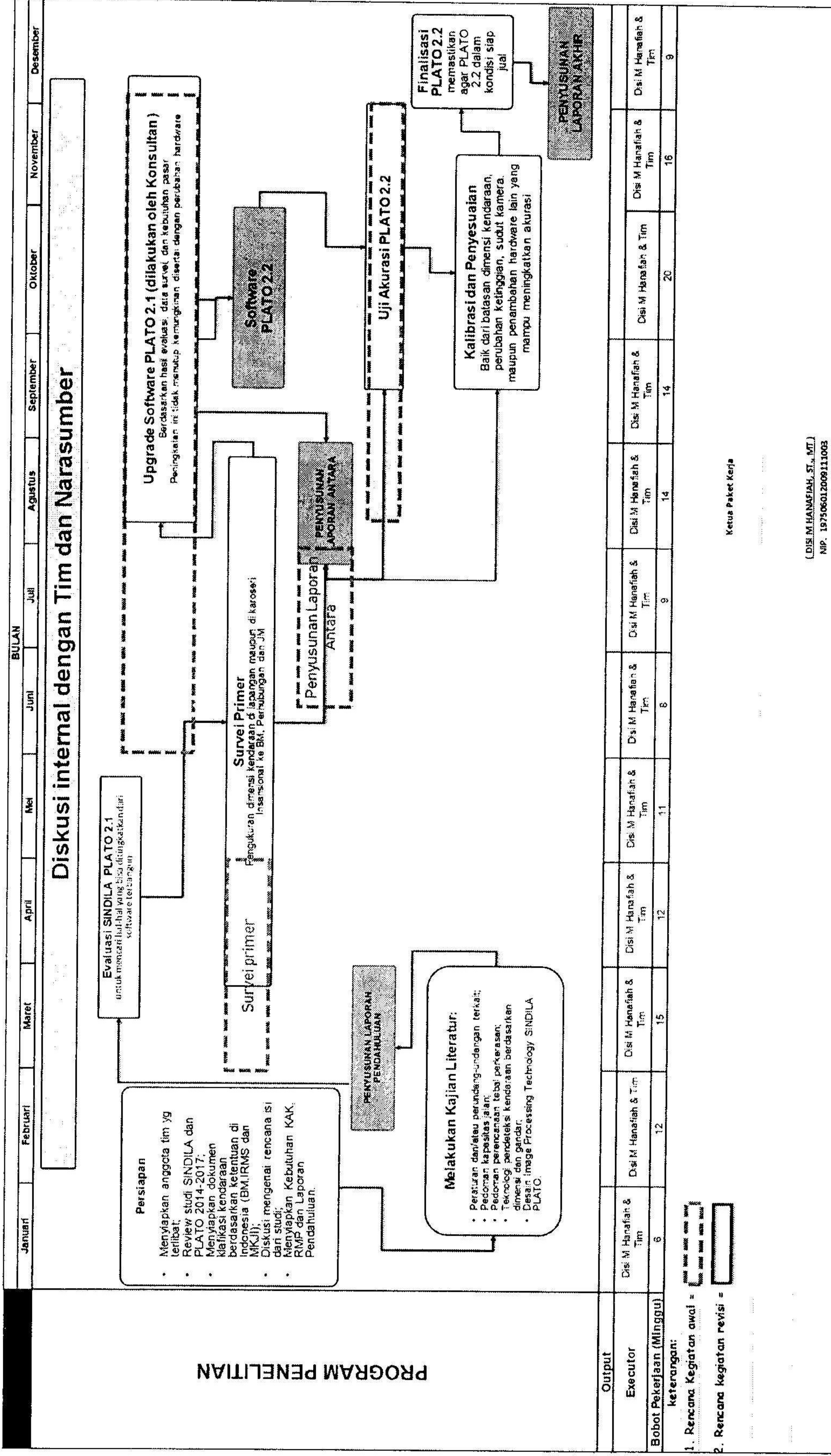
Peningkatan *software* ini disertai dengan pengujian akurasi. Sama seperti penelitian sebelumnya, apabila hasil akurasi tidak memenuhi syarat (kurang dari 90%), maka harus dilakukan kalibrasi atau penyesuaian ulang hingga diperoleh nilai akurasi di atas 90%.

Dalam peningkatan ini juga tidak menutup kemungkinan adanya penggantian *hardware*. Baik dari sisi sensor kamera, atau sampai perangkat pemrosesan data agar lebih efisien dalam mendukung kinerja PLATO 2.2 nantinya.

3.3 Lingkup Pelaporan

Lingkup dari pelaporan dari kegiatan ini berupa Laporan Pendahuluan, Laporan Antara, dan Laporan Akhir, ditambah dengan naskah ilmiah mengenai pengembangan kemampuan alat SINDILA-PLATO 2.1.

3.4 Bagan Alir Kegiatan Studi Selama 1 (Satu) Tahun



Gambar 3-3 Bagan Alir Kegiatan Studi SINDILA-PLATO Tahun 2018

BAB 4

PELAKSANAAN KEGIATAN

4.1 Pelaksanaan Kegiatan

4.1.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

Tabel 4-1 Jadwal Kegiatan Pengembangan Kemampuan Klasifikasi SINDILA-PLATO 2.2

No	Tahapan Kegiatan	Luaran per tahapan	Kumulatif (%)	Bulan ke											
				1				2				3			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan	Identifikasi & analisa kebutuhan	4.79	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
2	Kajian Literatur	Bab Kajian Pustaka	11.64	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
3	Diskusi Internal Tim & Narasumber	Notulensi Diskusi	39.04	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
4	Penyusunan Laporan Pendahuluan	Laporan Pendahuluan	43.15	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
5	Evaluasi Software SINDILA-PLATO 2.1	Parameter Dimensi Kendaraan	49.32	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
6	Survei Primer	Data Primer	63.01	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
7	Penyusunan Laporan Antara	Laporan Antara	66.44	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
8	Upgrade Software PLATO 2.1	Software PLATO Max 13 Kelas Kendaraan	77.40	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
9	Kalibrasi dan Penyesuaian	Nilai Kalibrasi	82.88	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
10	Model Fisik Software PLATO 2.2	Software PLATO 2.2	86.99	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
11	Uji Akurasi Model Fisik PLATO 2.2	Nilai Akurasi	93.84	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
12	Finalisasi Software PLATO 2.2	Software Siap Jual	95.89	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														
13	Penyusunan Laporan Akhir	Laporan Akhir	100.00	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Realisasi														

4.1.2 Persiapan

Kegiatan persiapan dalam penyusunan naskah ilmiah pengembangan kemampuan klasifikasi PLATO 2.2 meliputi beberapa kegiatan diantaranya :

- Menyiapkan anggota tim yg terlibat;
- Review studi SINDILA dan PLATO 2014-2017;
- Menyiapkan dokumen klafikasi kendaraan berdasarkan ketentuan di Indonesia (BM,IRMS dan MKJI);
- Diskusi mengenai rencana isi dari studi;
- Menyiapkan Kebutuhan KAK, RMP dan Laporan Pendahuluan.

Secara keseluruhan kegiatan persiapan telah dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang berakhir di minggu ke 3 pada bulan Februari. Tim telah dapat mengidentifikasi dan menganalisa semua kebutuhan yang terkait dalam pemenuhan naskah ilmiah termasuk penyusunan jadwal kegiatan.

4.1.3 Kajian Literatur

Kajian literatur memiliki berbagai fungsi penting sehingga dapat mendukung terlaksana penyusunan naskah ilmiah pengembangan kemampuan klasifikasi PLATO 2.2 dengan baik. Adapun berbagai fungsi literatur menurut Iskandar (2008:51) adalah sebagai berikut:

- Literatur meningkatkan pemahaman peneliti tentang teori-teori yang relevan terhadap masalah yang diteliti.
- Literatur berisi teori yang dapat menjelaskan, membedakan, meramal dan mengendalikan suatu fenomena-fenomena atau suatu gejala-gejala yang berhubungan dengan masalah penelitian.
- Kajian literatur dapat menimbulkan gagasan dan mendasari penelitian ang akan dilakukan oleh peneliti.
- Kajian literatur menguraikan teori-teori, temuan-temuan peneliti terdahulu dan bahan penelitian lainnya yang diperoleh dari acuan, yang dijadikan landasan untuk melakukan penelitian yang diusulkan
- Kajian literatur membantu peneliti untuk menjelaskan latar belakang masalah yang diteliti.

Terkait dengan kegiatan penyusunan naskah ilmiah pengembangan kemampuan klasifikasi dari alat PLATO 2.1 maka dilakukan penelaahan terhadap beberapa peraturan, pedoman, teori-teori yang terkait diantaranya :

- Peraturan dan/atau perundang-undangan terkait;
- Pedoman kapasitas jalan;
- Pedoman perencanaan tebal perkerasan;
- Teknologi pendeteksi kendaraan berdasarkan dimensi dan gandar;
- Desain Image Processing Technology SINDILA-PLATO.

Realisasi dari kegiatan kajian literatur dilaksanakan sesuai dengan rencana yang telah dijalankan sekitar 2,5 bulan dimulai dari pertengahan Januari. Telah dihasilkan pemamparan yang dituangkan di sub bab kajian literatur yaitu klasifikasi kendaraan, teknologi SINDILA-PLATO, teknologi pendeteksi berdasarkan beban gandar, hasil uji coba SINDILA-PLATO tahun 2017.

4.1.4 Diskusi Internal Dengan Narasumber

Diskusi merupakan kegiatan bertukar pikiran secara lisan. Diskusi dilakukan antara Tim dan narasumber yaitu Bapak Erwin dan Ahmad Purnama selaku pakar transportasi. Diskusi dilakukan terkait masalah atau persoalan yang perlu dibahas terkait dengan naskah ilmiah pengembangan kemampuan klasifikasi PLATO hingga 12 kendaraan.

Realisasi dari diskusi telah dilakukan beberapa kali asistensi dan diskusi dengan kedua narasumber dan telah membahas mengenai rancangan survei primer baik secara instansi maupun lapangan, teknik pengklasifikasian kelas kendaraan, kerangka laporan pendahuluan, keterkaitan kelas kendaraan baik dari volume dan juga keterdukungan untuk perkerasan jalan. Diskusi dilakukan sesuai rencana yang dimulai awal Februari dan masih tetap berlanjut hingga saat ini.

4.1.5 Penyusunan Laporan Pendahuluan

Laporan pendahuluan berisikan bab-bab terkait kegiatan litbangrap yang akan dilakukan tim ITS pada tahun 2018 yaitu naskah ilmiah pengembangan kemampuan klasifikasi PLATO. Kerangka isi dari laporan pendahuluan terdiri dari bab pendahuluan, kajian pustaka, metodologi penelitian, dan rencana pelaksanaan penelitian. Dalam laporan pendahuluan dijabarkan dengan detail rencana penjadwalan kegiatan dalam satu tahun beserta sumber daya yang diperlukan.

Realisasi penyusunan laporan pendahuluan dilakukan tepat waktu kurang lebih 1.5 bulan dimulai dari pertengahan Februari. Penyusunan ini lebih mudah dilakukan dikarenakan kegiatan naskah Ilmiah SINDILA-PLATO tahun 2018 masih memiliki keterkaitan dengan hasil studi yang telah dilakukan di tahun-tahun sebelumnya. Permasalahan utama adalah dalam menentukan kerangka berfikir dari metoda peningkatan kemampuan klasifikasi SINDILA-

PLATO yang masih dikaitkan dengan batasan teknologinya yaitu teknologi image processing berdasarkan sensor kamera. Namun hal itu dapat diatasi seiring dengan intensnya diskusi yang dilakukan baik dari internal tim maupun bersama narasumber.

4.1.6 Evaluasi SINDILA-PLATO 2.1

Evaluasi batas kemampuan dari perangkat SINDILA-PLATO 2.1 memberikan gambaran bagaimana menentukan metode dalam pengembangan kemampuan klasifikasinya. Evaluasi yang dilakukan masih terkait dengan penentuan titik ideal (dari alat yang sudah terpasang di tahun 2017) untuk dilakukan pengujian *software* yang terus dilakukan *update* terkait peningkatan kualitas pembacaan. Hal yang kedua yaitu mengenai identifikasi peluang peningkatan kemampuan alat PLATO 2.1 (selain penambahan jumlah klasifikasi kendaraan) yang memungkinkan misal dengan penambahan perangkat fisik seperti sensor horizontal, teknologi *infra red*, dan sejumlah teknologi terbaru lainnya.

Evaluasi terhadap perangkat PLATO 2.1 dilakukan tim sesuai jadwal perencanaan. Dalam mempermudah evaluasi secara rutin dilakukan rapat mingguan secara bersama dengan PT Inti selaku pengembang dari aplikasi. Terdapat rencana kerja yang disusun kedua belah pihak untuk pencapaian sasaran dalam mengatasi permasalahan dalam *software* yang masih terus dikembangkan. Selain itu juga pembahasan mengenai upaya peningkatan dari segi algoritma *software* dan juga dari sisi *hardware* dilakukan dengan lebih intensif sehingga memenuhi rencana yang dijadwalkan. Hasil evaluasi akan disampaikan pada subbab 4.1.8.

4.1.7 Survei Primer

Survei primer sesuai dengan hasil diskusi dengan narasumber yang menyarankan untuk melakukan dua jenis pengambilan data yaitu secara instansional dan lapangan. Secara instansional bertujuan untuk menggali informasi terkait dengan pengalaman dan peraturan terkini yang dikaitkan dengan klasifikasi kendaraan. Survei lapangan bertujuan mengukur sampel dari jenis-jenis kendaraan terkini yang beroperasi di Indonesia yang juga mengukur apakah terdapat jenis kendaraan baru terutama untuk kelas kendaraan berat.

Realisasi dari survei primer yaitu telah dilakukan survei instansional untuk lebih mengerti kebutuhan dari *user*, dalam hal ini Kementerian Perhubungan dan Binamarga, berkaitan dengan data lalu lintas yang dibutuhkan. Hal ini penting dilakukan mengingat adanya dimensi kendaraan berat yang tidak sesuai standar. Dari survei instansional ini juga diharapkan adanya masukan mengenai lokasi survei yang baik, demi mendapatkan data dimensi kendaraan, terutama kendaraan berat.

Dari hasil survei instansional didapatkan beberapa keterangan penting yaitu :

- Kelas kendaraan yang berlaku di Kementerian Perhubungan masih merujuk pada Peraturan Pemerintah No. 55 Tahun 2012.
- Kajian terkini mengenai kendaraan di Kementerian Perhubungan lebih mengarah pada stabilitas dan ketersediaan geometri jalan untuk *maneuver* (radius putar).
- Tidak diatur secara spesifik mengenai dimensi kendaraan-kendaraan yang sesuai dengan kelas Binamarga namun terdapat aturan tegas mengenai ambang maksimum dari ukuran dimensi-dimensi tertentu.
- Berdasarkan keterangan pihak Bina Marga bahwa kelas kendaraan dibuat untuk perhitungan perkerasan jalan.
- Kelas kendaraan berdasarkan karakteristik keunikan panjang dimensi dan jumlah sumbu kendaraan.

Pengumpulan data lapangan dari beberapa lokasi di provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Banten juga telah dilakukan. Proses pengumpulan data dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan alat ukur rollmeter dan meteran tangan. Tim surveyor terdiri dari enam orang melakukan pengukuran dan pencatatan di formulir yang berisikan ukuran FOH, Antar As, ROH, Total, Lebar, Tinggi, dan ukuran Ban. Untuk memudahkan dalam pengumpulan data sesuai target jumlah sampel yang telah ditetapkan sebelumnya, dilakukan pengumpulan data di lokasi yang terdapat sejumlah kendaraan dengan tipe tertentu yang berkumpul seperti terminal, karoseri, pertokoan, rest area, sepanjang jalan pantura.

Pengumpulan data Primer pada kegiatan Pengembangan Kemampuan Pengklasifikasian Jenis Kendaraan PLATO 2.2 bertujuan untuk mendapatkan kondisi aktual di lapangan, dimana data tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai bahan acuan pengembangan. Kegiatan pengumpulan data primer telah dilakukan sebanyak 4 (empat) kali kegiatan survey yang dilakukan sejak bulan Maret 2018. Lokasi pengambilan data berturut-turut adalah:

1. Jalur Pantura Jawa Barat
2. Merak - Banten
3. Cirebon - Pantura Jawa Barat
4. Brebes - Pantura Jawa Tengah

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 90%, maka diketahui kebutuhan sampel pada masing-masing lokasi dibutuhkan 100 buah, seperti perhitungan di bawah ini:

- a. Menggunakan rumus nomor 1 (*populasi sulit diprediksi/diketahui*) dengan populasinya adalah jumlah kendaraan, untuk Provinsi Jawa Barat (yang menurut data BPS Jawa

Barat Tahun 2017) jumlah kendaraan yang terdaftar adalah 16.085.120 kendaraan, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{16.085.120}{1 + (16.085.120 \times 10\%^2)} = 99,99 \approx 100 \text{ sample}$$

Untuk Provinsi Banten (yang menurut data BPS Provinsi Banten Tahun 2017) jumlah kendaraan yang terdaftar adalah 4.549.473 orang, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{4.549.473}{1 + (4.549.473 \times 10\%^2)} = 99,99 \approx 100 \text{ sample}$$

Untuk Provinsi Jawa Tengah (yang menurut data BPS Jawa Tengah Tahun 2017) jumlah penduduknya adalah 15.074.876 orang, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{15.074.876}{1 + (15.074.876 \times 10\%^2)} = 99,99 \approx 100 \text{ sample}$$

Karena total populasi adalah jumlah seluruh kendaraan yang ada pada satu provinsi, maka jumlah sampel adalah untuk seluruh kendaraan yang disurvei untuk setiap titik. Dari 4 (empat) kali (hari) kegiatan survei primer diperoleh total dua ratus sembilan belas (219) sampel kendaraan, di mana terdiri dari 9 (sembilan) jenis klasifikasi kendaraan. Selama kegiatan survey primer, team mengalami berbagai kendala mulai dari ketersediaan SDM (Sumber Daya Manusia), kondisi cuaca yang sangat tidak menentu, dan ketersediaan sampel kendaraan terutama kendaraan besar (lebih dari 3 sumbu). Secara rinci diterangkan pada **Tabel 4-2**, di bawah ini.

Tabel 4-2 Resume Survey Dimensi Kendaraan

No.	Jenis	Jumlah Sample	Konfigurasi	Panjang (meter)																	
				FOH		Jarak antar As		Jarak antar As		Jarak antar As		Jarak antar As		Jarak antar As		ROH		TOTAL		TINGGI	
				Min	Max	1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		Min	Max	Min	Max	Min	Max
						Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max						
1	Kendaraan Penumpang	45	1.1	0.40	1.15	0.90	3.20									0.40	1.20	1.70	5.25	1.80	2.00
2	Barang Kecil	63	1.1	0.93	1.20	2.50	4.90									1.20	3.60	4.65	8.94	2.50	3.10
3	Bus Kecil	55	1.2	1.00	1.80	3.20	4.80									1.95	2.80	6.40	9.25	2.55	3.50
4	Bus Besar	55	1.2	2.10	3.40	5.80	6.50									3.20	3.47	11.20	12.40	3.25	5.00
5	Truck 2 As	68	1.2	1.00	1.80	3.30	5.57									1.20	3.10	5.60	11.70	2.10	3.80
6	Truk 3 As	53	1.22	1.10	1.50	4.30	6.10	1.30	1.40							2.20	3.70	8.70	12.27	2.40	4.00
7	Truk 4 As	42	1.2.22	1.10	1.70	1.70	6.50	3.80	10.50	1.30	6.20					1.30	8.90	10.70	22.10	2.10	4.20
8	Truk 5 As	38	1.22.22	1.10	1.40	3.10	3.30	6.40	7.90	1.30	1.40	1.30	1.40			2.10	3.40	13.80	17.60	2.45	4.30
9	Truk 6 As	28	1.22.222	1.20	1.20	1.34	5.10	1.20	2.85	5.70	7.75	1.20	1.50	1.20	1.50	1.20	2.80	15.90	19.10	2.80	3.20

Keterangan:

FOH = Jarak tepi depan kendaraan ke as paling depan

ROH = Jarak tepi belakang kendaraan ke as paling belakang

TOTAL = Total Panjang Kendaraan (Tepi depan ke tepi belakang)

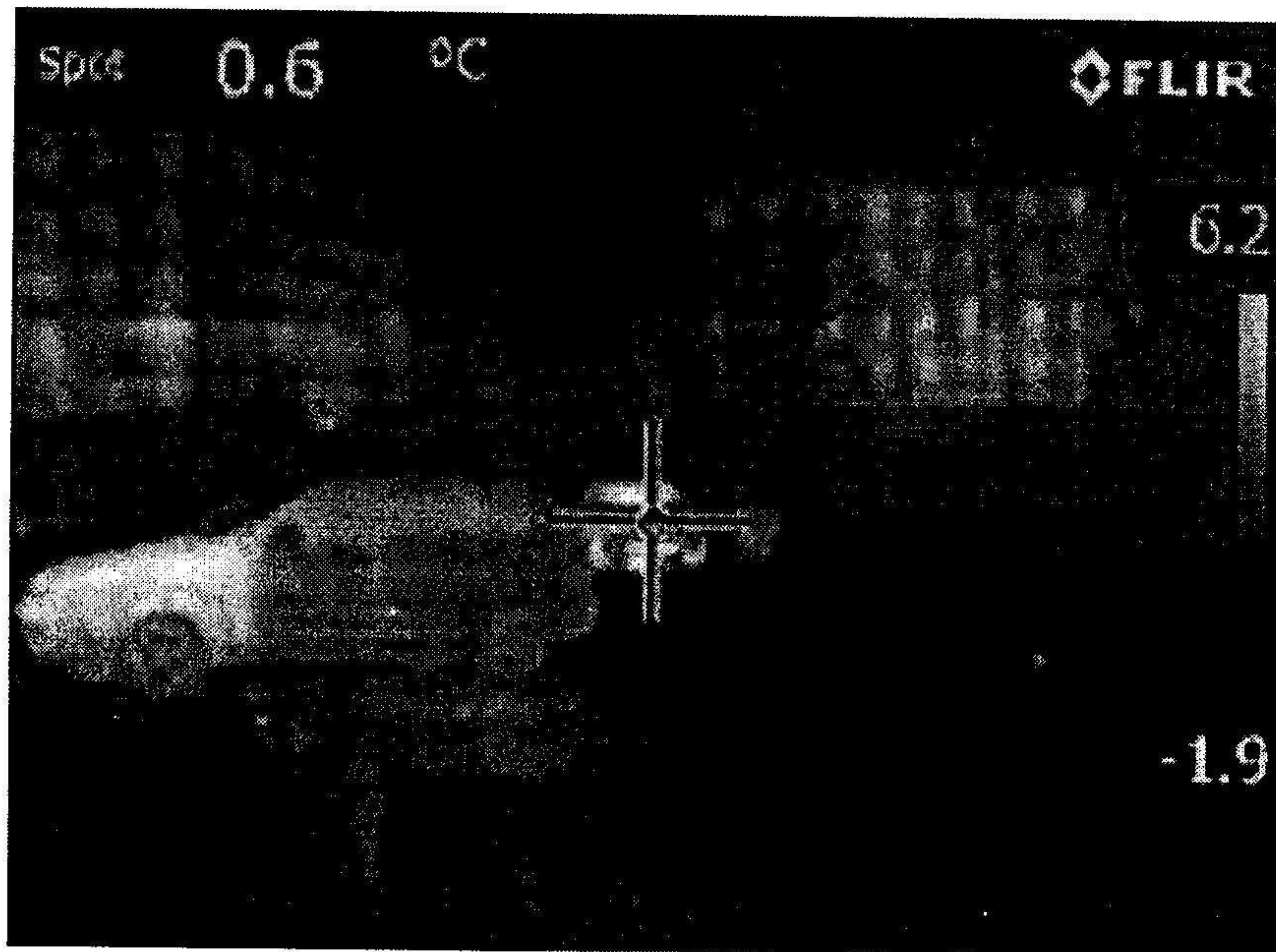
TINGGI = Tinggi Keseluruhan Kendaraan

4.1.8 Evaluasi PLATO 2.1 Terkait Peningkatan ke PLATO 2.2

Evaluasi dilakukan berdasarkan pengalaman dalam instalasi, pemeliharaan, serta masukan-masukan dari berbagai pihak yang pernah terlibat dengan pengembangan PLATO. Berikut disusun beberapa permasalahan disertai dengan penanganannya yang merupakan rekomendasi untuk digunakan di PLATO 2.2:

- a. Sering terjadi mati lampu di beberapa lokasi yang menyebabkan sistem tidak bisa menghitung, juga menyebabkan internet mati. Dari sisi *hardware* dapat ditambahkan baterai cadangan sehingga ketika listrik mati, sumber daya beralih menggunakan baterai. Selain itu dapat ditambahkan sistem *restart*, setelah mendapat daya kembali sistem secara otomatis menyala semua tanpa ada campur tangan teknisi.
Sedangkan untuk *software* disusun sistem *queuing*, jika jaringan internet masih bermasalah, sistem akan tetap menghitung. Baru ketika internet kembali menyala, sistem mengirim data secara bertahap sehingga tidak ada data kosong atau hilang.
- b. Dari hasil uji coba diketahui bahwa kondisi kamera seringkali dalam posisi, ketinggian, dan sudut yang kurang ideal. Akibatnya lajur terluar seringkali terpotong. Untuk itu diperlu dikondisikan agar virtual loop tidak terpotong dengan membuat virtual loop per lajur. Dengan begitu tidak ada data yang hilang dan akurasi semakin tinggi.
- c. Rendahnya jarak pandang pada kondisi malam membuat kendaraan tidak dapat terbaca. Selain itu cahaya kendaraan dapat mengaburkan panjang kendaraan. Dengan menggunakan perangkat infrared pada sensor kamera, hal tersebut dapat diatasi.

Kamera inframerah menghasilkan video warna beresolusi tinggi pada siang hari sehingga mampu memberikan gambar yang cukup jelas dalam kondisi lux rendah atau tidak ada cahaya sama sekali. Pada kondisi cahaya yang rendah, kamera CCTV infrared akan mampu menerangi lokasi dengan secara otomatis beralih dari mode warna ke hitam putih. Illuminator inframerah akan hidup pada kondisi gelap dan memungkinkan untuk melihat lingkungan sekitar lebih jelas dibandingkan dengan melihat dengan mata manusia biasa.



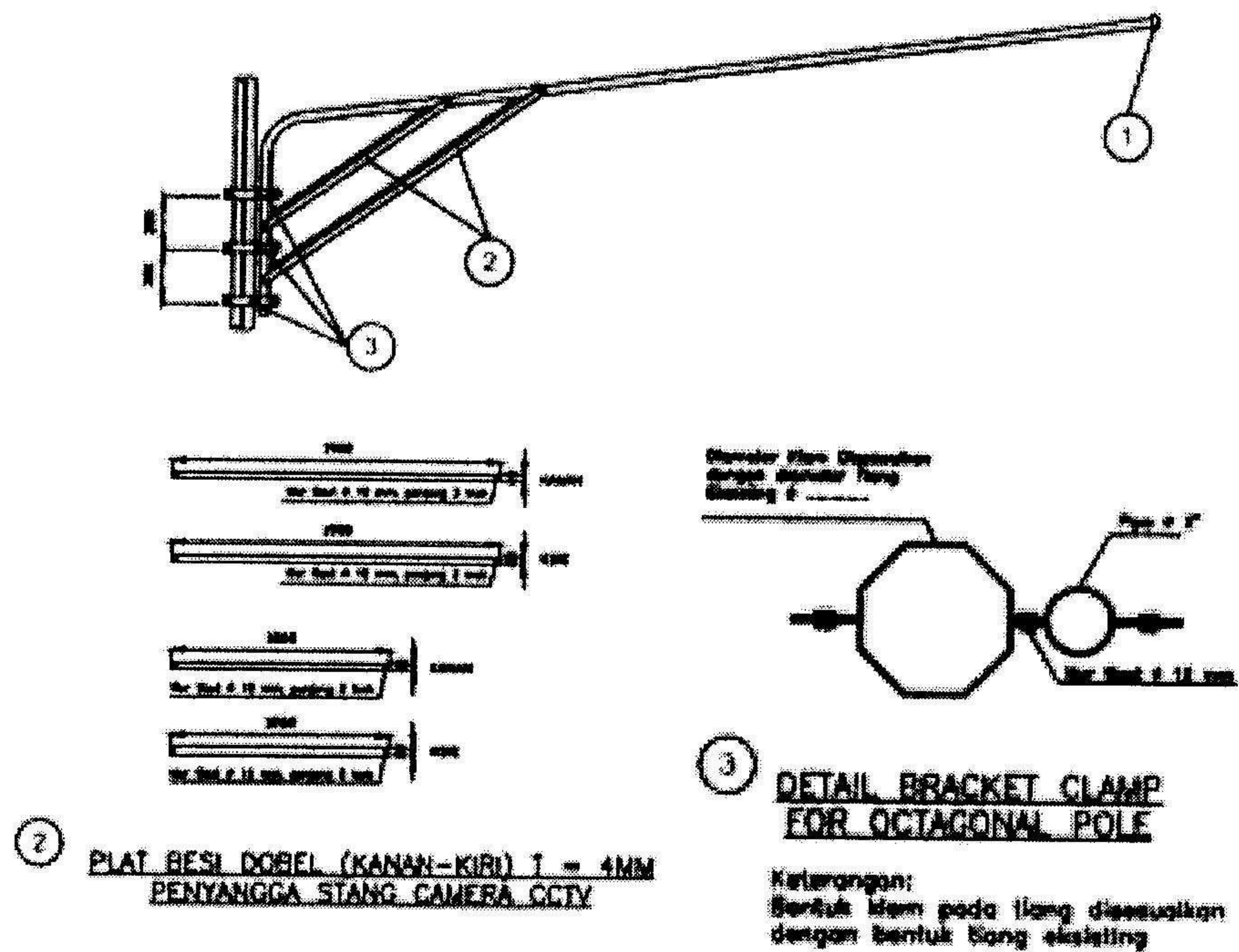
Gambar 4-1 Contoh Tampilan Kamera Infrared

(Sumber: www.scientificservices.eu)

- d. Terdapat beberapa lokasi dengan sinyal lemah, contohnya di remote area. Dengan menggunakan antena receiver GSM, sinyal dapat lebih kuat.
- e. Evaluasi dari pemasangan alat di Pantura yang sering terjadi vandalisme terhadap perangkat-perangkat PJU dengan solar cell, keamanan alat perlu ditingkatkan. Salah satunya adalah dengan memasang sensor pada pintu boks pengendali. Sehingga jika ada yang membukanya, user dapat segera mengetahuinya.
- f. Pada kondisi cuaca dengan angin cukup kencang, tiang yang panjangnya 5 meter tentu memikul beban momen yang besar dan mengakibatkan kamera bergoyang-goyang. Begitu juga ketika ada mobil berukuran besar melintas. Untuk itu perlu ada perkuatan pada desain tiang arm.

Perkuatan dapat seperti yang dijelaskan pada **Gambar 4-2**, yaitu menggunakan klem oktagonal dan dua buah plat besi penyangga.

- g. Lampu penerangan jalan LED yang dipersyaratkan kurang mengcover area yang dimonitor. Diusulkan penggunaan lampu sorot LED warna kuning. Selain terang dan meng-cover area yang luas, tetapi tidak menyilaukan pengguna jalan.



Gambar 4-2 Rekomendasi Perkuatan Desain Tiang Arm

- h. Pengalaman pemasangan di lapangan, posisi sensor terkadang tidak tepat/miring. Untuk itu perlu ada penambahan software untuk me-rotate view kamera secara remote.
- i. Mengantisipasi pemasangan di daerah panas, perlu ada penambahan cooling system. Cooling system ini biasanya cukup dengan penambahan kipas untuk CPU, seperti pada Gambar 4-3.

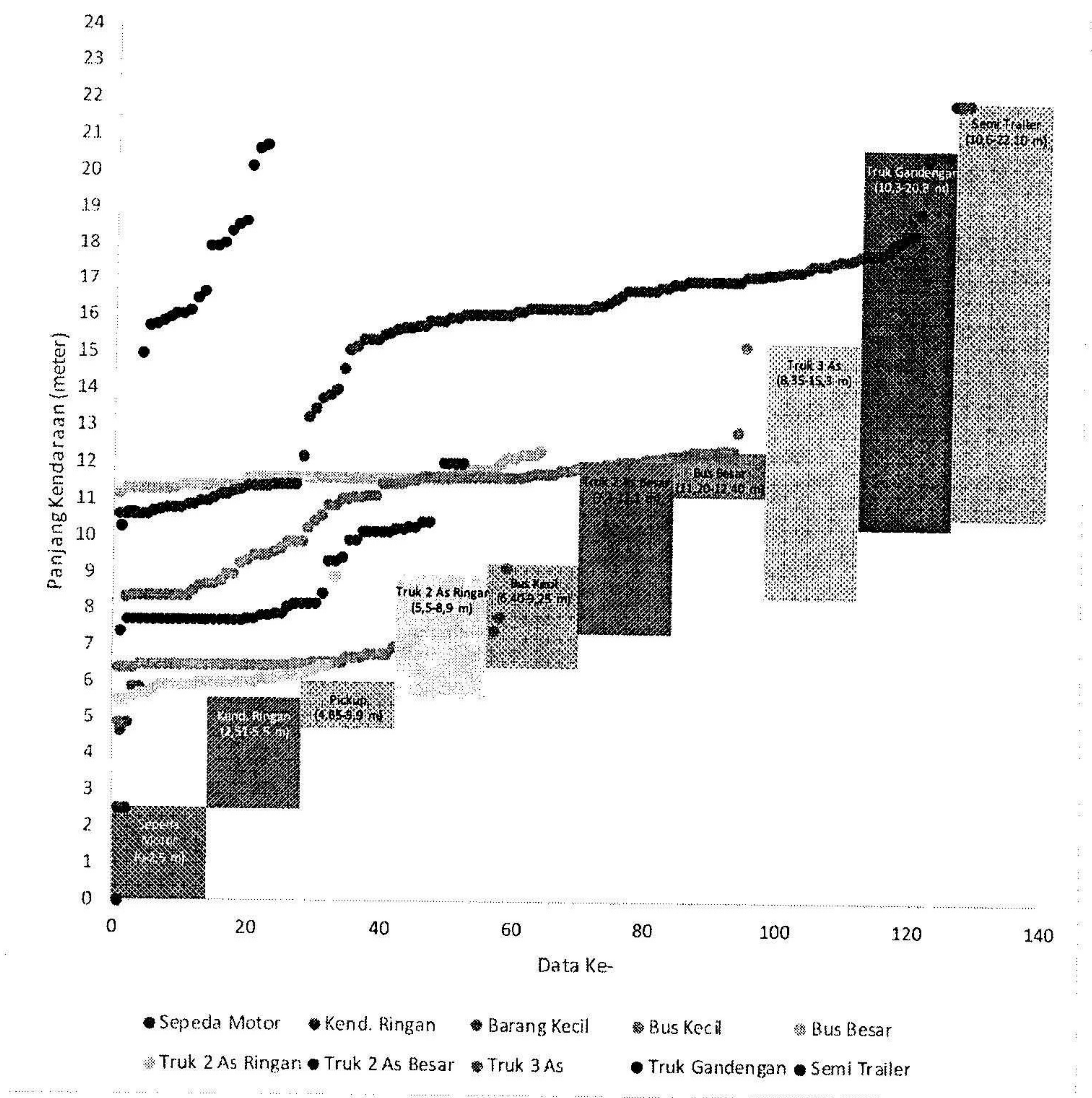


Gambar 4-3 CPU Cooling Fan

- j. Dengan perekaman terus menerus maka kapasitas harddisk akan segera penuh. Untuk itu kapasitas perlu dijaga pada tingkatan tertentu agar tetap dapat beroperasi optimal. Untuk itu ditambahkan algoritma auto-delete video untuk jangka waktu tertentu.
- k. Mengantisipasi kegagalan software remote dengan penambahan back up software sejenis
- l. Dengan adanya kebutuhan data 12 klasifikasi bina marga perlu ada penambahan klasifikasi pada algoritma program.

4.1.9 Analisis Klasifikasi Kendaraan

Analisis dilakukan untuk mengolah data yang telah dikumpulkan berupa data dimensi kendaraan yang bervariasi, sehingga didapat batasan dimensi yang pasti sebagai batas setiap klasifikasi kendaraan yang akan digunakan pada algoritma pemrograman PLATO 2.2. Analisis dilakukan dengan membandingkan panjang dari setiap jenis klasifikasi kendaraan dan mengelompokkannya sesuai sebaran data yang ada.



Gambar 4-4 Sebaran Data Dimensi Kendaraan

Gambar 4-4 adalah sebaran data panjang kendaraan setiap klasifikasi dari kendaraan barang kecil, sampai truk semi trailer yang didapat dari survey. Sedangkan dimensi sepeda motor dan kendaraan ringan ditetapkan sama seperti yang digunakan pada software PLATO 2.1 yaitu 0 sampai 2,5 meter untuk sepeda motor dan 2,51 sampai 5,5 meter untuk kendaraan ringan.

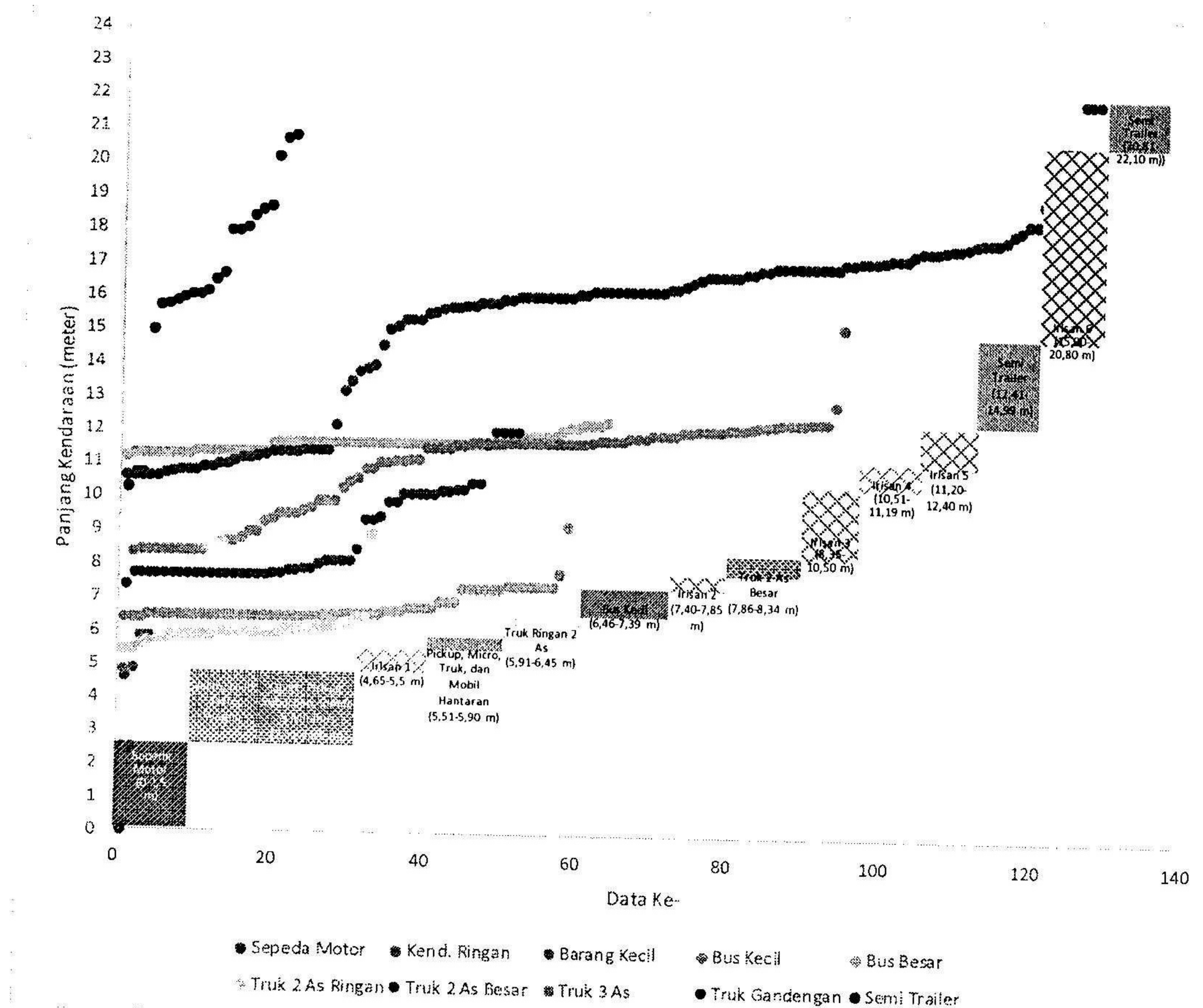
Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hampir pada setiap klasifikasi terdapat dimensi yang sama dengan klasifikasi kendaraan yang lain. Sebagai contoh, untuk kendaraan dengan panjang 5,5 meter, dapat terbaca sebagai kendaraan ringan atau *pick up*. Begitu juga dengan kendaraan dengan panjang 8 meter, dapat terbaca sebagai truk 2 as atau bus kecil. Untuk itu perlu dilakukan pengelompokan lebih lanjut agar tidak terdapat 2-3 klasifikasi kendaraan yang sama pada satu (1) angka panjang kendaraan. Pengelompokan ini dilakukan dengan dua (2) cara, pertama adalah dengan melihat jumlah data. Jika data pada panjang yang sama jumlahnya sangat sedikit, maka kendaraan tersebut dianggap anomali, dalam artian dimensinya tidak standar. Contohnya adalah pada kendaraan barang kecil, di mana hanya satu (1) data dengan panjang kendaraan 8,94 meter sementara data lain berkelompok di kisaran 4,65-6,3 meter. Maka data tersebut dianggap anomali.

Cara berikutnya adalah dengan menganggap sebagai satu (1) klasifikasi irisan, misalkan truk 2 as – bus kecil. Pada algoritma pemrograman nantinya klasifikasi-klasifikasi tipe ini akan dilakukan kalibrasi menggunakan data persentase kendaraan, sehingga pada luaran program tetap akan muncul sebanyak dua belas (12) klasifikasi kendaraan. Contoh pada klasifikasi truk 2 as - bus kecil, jika pada ruas jalan tersebut persentase truk 2 as berbanding bus kecil adalah 60-40%, maka jika jumlah kendaraan truk 2 as - bus kecil adalah 20 kendaraan, yang akan terhitung pada luaran program adalah 12 truk 2 as dan 8 bus kecil.

Pada klasifikasi kendaraan ringan dan kendaraan barang kecil terdapat irisan di panjang 4,65-5,5 meter. Beberapa merk kendaraan ringan memang terdapat versi untuk angkutan barang. Contohnya adalah merk Daihatsu Espass yang terdapat versi *pick up* untuk angkutan barang. Untuk itu pada rentang tersebut ditetapkan klasifikasi irisan “kend. ringan-barang”.

Pada klasifikasi kendaraan barang kecil, truk 2 as, dan bus kecil terdapat irisan di rentang 5,60-8,94 meter. Seperti yang telah dijelaskan pada contoh, kendaraan barang kecil dengan panjang 8,94 meter dianggap sebagai anomali. Sehingga kendaraan pada rentang 5,60-6,30 meter dianggap sebagai klasifikasi irisan “kend. barang kecil-truk 2 as”. Berikutnya adalah kendaraan pada rentang 6,31-9,25 meter dianggap sebagai klasifikasi irisan “truk 2 as-bus kecil” dengan menganggap truk 2 as dengan panjang 11,70 meter sebagai anomali.

Pada rentang 11,20-12,40 meter terdapat irisan tiga (3) klasifikasi yaitu truk 3 as - bus besar - truk 4 as. Pada rentang 13,80-15,89 meter terdapat irisan antara truk 4 as dengan truk 5 as. Dan pada rentang 15,90-17,92 meter terdapat irisan antara truk 4 as - truk 5 as - truk 6 as dengan menganggap satu (1) data truk 6 as dengan panjang 19,10 meter sebagai anomali. Sedangkan pada rentang 17,93-22,10 meter adalah truk 4 as. Berdasarkan foto hasil survey, truk 4 as yang dimaksud di sini adalah truk trailer dengan 4 as. **Gambar 4-5** merupakan pengklasifikasian kendaraan setelah dilakukan penyesuaian dengan irisan.



Gambar 4-5 Pengelompokan Dimensi Kendaraan Setelah Penyesuaian

Berdasarkan pengumpulan dan analisis data sementara yang telah dilakukan, dapat disimpulkan klasifikasi berdasarkan dimensi kendaraan sebagai berikut:

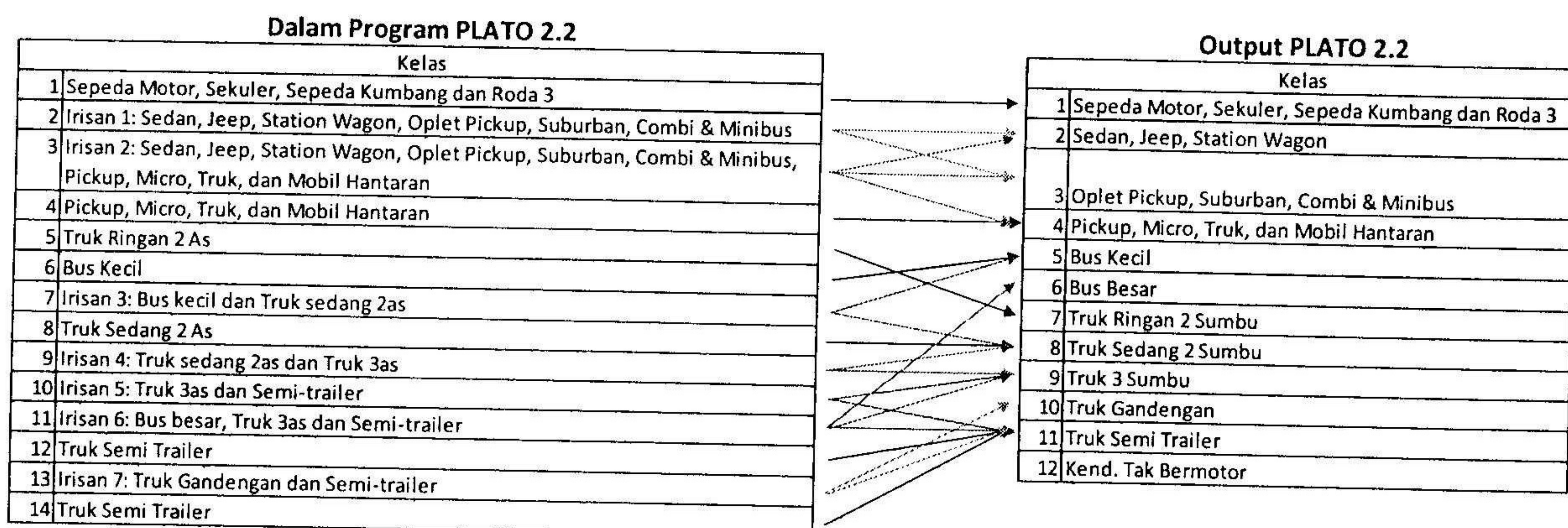
- Kelas 1:** Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3 (1,5-2,5 m)
- Kelas 2:** **Irisan 1:** Sedan, Jeep, Station Wagon, Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran (2,51-4,64 m)

- c. **Kelas 3: Irisan 2:** Sedan, Jeep, Station Wagon, Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus, Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran (4,65-5,5 m)
- d. **Kelas 4:** Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran (5,51-5,90 m)
- e. **Kelas 5:** Truk Ringan 2 As (5,91-6,45 m)
- f. **Kelas 6:** Bus Kecil (6,46-7,39 m)
- g. **Kelas 7: Irisan 3:** Bus kecil dan Truk sedang 2as (7,40-7,85 m)
- h. **Kelas 8:** Truk Sedang 2 As (7,86-8,34 m)
- i. **Kelas 9: Irisan 4:** Truk sedang 2as dan Truk 3as (8,35-10,50 m)
- j. **Kelas 10: Irisan 5:** Truk 3as dan Semi-trailer (10,51-11,19 m)
- k. **Kelas 11: Irisan 6:** Bus besar, Truk 3as dan Semi-trailer (11,20-12,40 m)
- l. **Kelas 12:** Semi Trailer (12,41-14,99 m)
- m. **Kelas 13: Irisan 7:** Truk Gandengan dan Semi-trailer (15.00-20,80 m)
- n. **Kelas 14:** Semi Trailer (20,81-22,10 m)

Berikutnya dengan klasifikasi tersebut, dilakukan uji coba dan dilihat tingkat akurasinya. Uji coba ini baru dilakukan pada minggu pertama Desember, sehingga hasilnya belum bisa ditampilkan.

4.1.10 Konversi 14 Kelas ke 12 Kelas Bina Marga

Pada algoritma program, klasifikasi irisan yang dijabarkan pada subbab sebelumnya akan dikonversi menjadi kelas-kelas yang tergabung di dalamnya berdasarkan data komposisi kendaraan yang diperoleh saat kalibrasi awal. Sehingga hasil perhitungan pada akhirnya akan tetap menjadi 12 kelas sesuai dengan klasifikasi Bina Marga. **Gambar 4-6** merupakan ilustrasi konversi klasifikasi dalam PLATO 2.2.

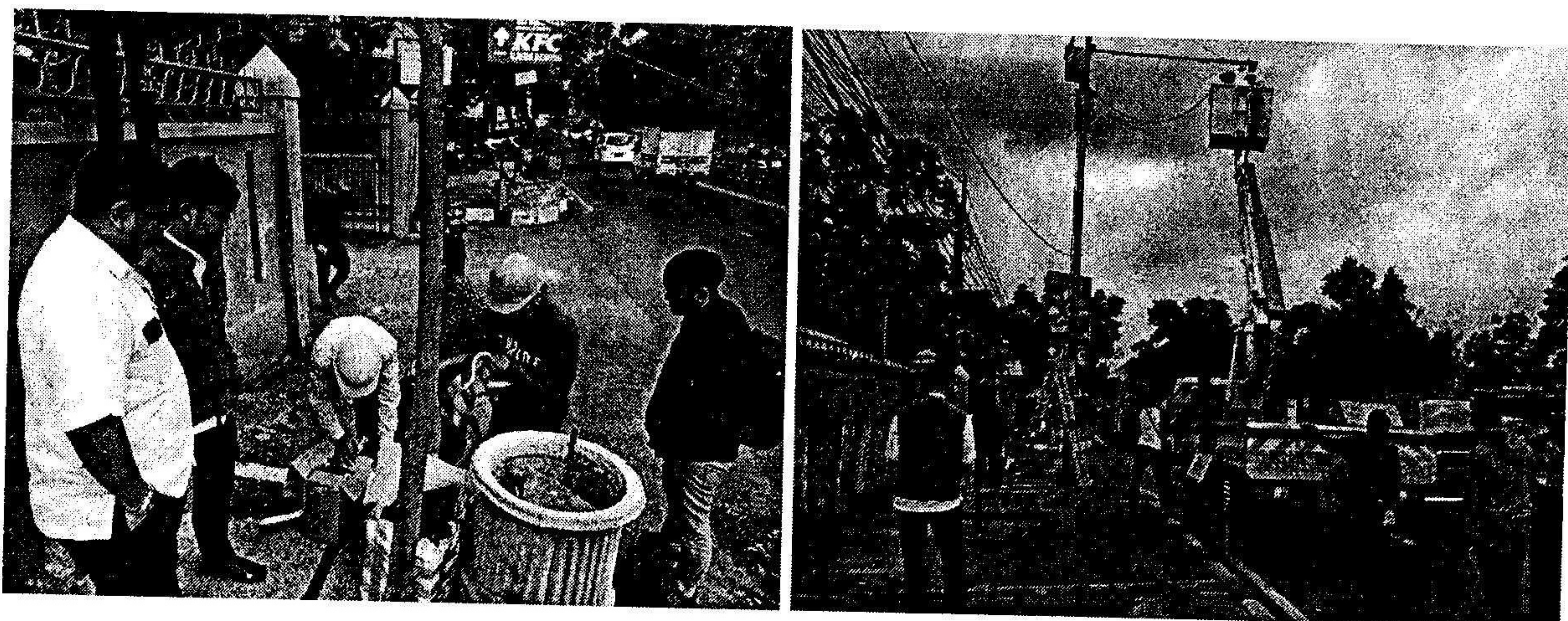


Gambar 4-6 Konversi 14 Kelas ke 12 Kelas Bina Marga dalam PLATO 2.2

Contoh perhitungan konversi yang digunakan dalam PLATO 2.2 ini akan disampaikan dalam lampiran.

4.1.11 Uji Coba PLATO 2.2

Pengujian perangkat baru PLATO 2.2 dilakukan dengan terlebih dahulu meng-*upgrade* perangkat PLATO 2.1 yang terpasang di depan Puslitbang Jalan dan Jembatan ke PLATO 2.2. Setelah itu langsung dilakukan perekaman pergerakan lalu lintas selama 24 jam untuk menghasilkan komposisi kendaraan yang nantinya menjadi dasar perhitungan dalam konversi 14 kelas ke 12 kelas kendaraan.



Gambar 4-7 Pelaksanaan *Upgrade* PLATO 2.1 ke PLATO 2.2

Tabel 4-3 Komposisi Kendaraan yang Digunakan dalam Algoritma Program PLATO 2.2

No	Klasifikasi	Komposisi
1	Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3	74.17%
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	5.68%
3	Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus	14.49%
4	Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran	2.38%
5	Bus Kecil	0.56%
6	Bus Besar	0.43%
7	Truk Ringan 2 Sumbu	1.19%
8	Truk Sedang 2 Sumbu	0.69%
9	Truk 3 Sumbu	0.39%
10	Truk Gandengan	0.00%
11	Truk Semi Trailer	0.02%
12	Kend. Tak Bermotor	0.00%

Dari hasil perekaman, dihasilkan komposisi seperti dijelaskan pada Tabel 3-3, di mana komposisi terbanyak adalah kelas sepeda motor (74,17%), minibus (14,49%), dan sedan (5,68%).

Selanjutnya dilakukan kalibrasi, khususnya dalam algoritma konversi 14 kelas ke 12 kelas kendaraan, dan dilakukan uji coba akurasi. Uji coba akurasi masih akan dilakukan sampai didapat hasil paling maksimal. Namun sampai saat ini, hasil uji coba sementara ditampilkan pada Tabel 3-4 dan Tabel 3-5 di bawah ini.

Dari hasil uji coba tersebut, masih perlu dilakukan banyak perbaikan karena hasil akurasinya belum baik, terutama untuk akurasi per klasifikasi. Sedangkan dari jumlah total kendaraan, untuk arah Cibiru sudah didapat hasil yang baik dengan error 7,2%, tetapi untuk arah sebaliknya errornya masih tinggi yaitu 61,3%. Begitu halnya dengan akurasi per satuan mobil penumpang, untuk arah Cibiru sudah didapat hasil yang lumayan baik dengan error 12,7%, tetapi untuk arah sebaliknya errornya masih tinggi yaitu 52,3%

Tabel 4-4 Hasil Uji Coba Sementara PLATO 2.2 (Arah Cibiru)

Klasifikasi	Volume (kendaraan)			Volume (smp)	
	PLATO	Manual	Error per Klasifikasi (kend)	PLATO	Manual
Kelas 1	1440	1945	26.0%	721	973
Kelas 2	439	155	183.5%	439	155
Kelas 3	146	362	59.5%	146	362
Kelas 4	98	72	35.6%	98	72
Kelas 5	73	16	357.7%	95	21
Kelas 6	98	11	787.6%	147	17
Kelas 7	49	32	52.6%	63	42
Kelas 8	24	20	22.1%	32	26
Kelas 9	24	15	62.7%	61	38
Kelas 10	24	0	-	61	0
Kelas 11	24	1	2341.0%	61	3
Kelas 12	0	0	-	0	0
Total (kend)	2441	2629	7.2%		
Total (smp)				1924	1707
Error (smp)				12.7%	

Tabel 4-5 Hasil Uji Coba Sementara PLATO 2.2 (Arah Cicaheum)

Klasifikasi	Volume (kendaraan)			Volume (smp)	
	PLATO	Manual	Error per Klasifikasi (kend)	PLATO	Manual
Kelas 1	666	2167	69.3%	334	1084
Kelas 2	203	159	27.8%	203	159
Kelas 3	68	443	84.7%	68	443
Kelas 4	45	59	23.5%	45	59
Kelas 5	34	15	125.8%	44	20
Kelas 6	45	13	247.4%	68	20
Kelas 7	23	34	33.6%	29	44
Kelas 8	11	18	37.3%	15	23
Kelas 9	11	6	88.2%	28	15
Kelas 10	11	0	-	28	0
Kelas 11	11	0	-	28	0
Kelas 12	0	0	-	0	0
Total (kend)	1129	2914	61.3%		
Total (smp)				890	1867
Error (smp)				52.3%	

4.2 Evaluasi Kegiatan

Dalam pelaksanaan kegiatan studi ini tim mengalami beberapa kendala terutama waktu pelaksanaan kegiatan yang mengalami pergeseran bulan dikarenakan bentroknya anggota tim dengan beberapa kegiatan PUSJATAN yaitu terkait dengan jadwal OJT CPNS selama 2 bulan untuk batch pertama, anggota tim penelitian terpakai juga hampir selama satu bulan penuh di dalam kegiatan mudik lebaran tahun 2018 yang juga menjadi prioritas serta anggota tim yang terlibat di beberapa kegiatan studi sehingga kendala SDM menjadi isu terbesar hampir semua tim studi.

Beberapa Proses kegiatan yang mengalami kendala adalah:

1. Kegiatan survei primer
2. Kegiatan upgrade software SINDILA-PLATO (konsultan perorangan)
3. Proses penyusunan laporan antara
4. Proses Uji akurasi PLATO 2.2

Adapun solusi yang dibuat oleh tim untuk mengatasi beberapa kendala ini adalah dengan menggeser waktu pelaksanaan beberapa kegiatan yang terganggu sebelumnya sehingga goal yang diharapkan tim studi tetap dapat terlaksana dengan baik.

Beberapa solusi yang diterapkan tim diantaranya:

1. Kegiatan survey primer yang direncanakan hanya sekitar dua bulan dirubah menjadi 5 bulan agar SDM yang tersedia dapat melaksanakan kegiatan ini.
2. Penyusunan pembuatan laporan interim yang direncanakan dimulai pada minggu ketiga juni waktu pelaksanaannya digeser mejadi minggu ke 4 Juli mengingat data hasil survei primer yang telah di olah oleh tim baru dapat diterima oleh tim sebagian pada awal bulan juli ini.
3. Proses Upgrade software PLATO 2.1 (5 kelas kendaraan) menjadi PLATO 2.2 (12 kelas kendaraan) waktu pelaksanaannya bergeser sekitar 9 minggu dari jadwal awal, sehingga konsultan perorangan ini hanya memiliki waktu upgrade sekitar 4 bulan dari rencana 6 bulan.
4. Uji akurasi PLATO 2.2 untuk tahun 2018, hanya dapat dilakukan pada sisa waktu kegiatan penelitian, yaitu pada Bulan Desember (tersisa 3 minggu). Tetapi uji akurasi ini tetap akan diteruskan sampai dengan didapatkan formulasi yang paling baik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari kegiatan ini adalah:

- a. Berdasarkan hasil studi literatur dan diskusi dengan pihak Pusjatan, klasifikasi yang akan dihitung dalam PLATO 2.2, mengikuti Sistem Pengelolaan Database Jalan Nasional (SiPDJN), yaitu 12 kelas kendaraan.
- b. Berdasarkan hasil survei, terdapat beberapa klasifikasi kendaraan dengan dimensi yang sama. Untuk mengatasinya, dalam perhitungan, digunakan pendekatan berdasarkan komposisi kendaraan (yang didapat dari survei awal saat kalibrasi) di ruas jalan tersebut. Contoh perhitungan dari pendekatan tersebut disampaikan dalam lampiran laporan akhir ini.
- c. Untuk dalam meningkatkan PLATO 2.1 ke PLATO 2.2, direkomendasikan hal-hal berikut:
 - Penambahan baterai cadangan;
 - Penambahan sistem *restart*;
 - Penambahan sistem *queuing data*;
 - Penggunaan kamera *infra-red*;
 - Penggunaan antena *receiver* GSM;
 - Pemasangan sensor pada boks PLATO;
 - Perkuatan pada tiang *arm*;
 - Penggunaan lampu sorot LED berwarna kuning;
 - Penambahan *software* untuk *me-rotate view* kamera secara *remote*;
 - Penambahan *cooling system*;
 - Penambahan algoritma *auto-delete video* untuk jangka waktu tertentu;
 - Penambahan *software remote desktop*;
 - Penambahan klasifikasi pada algoritma program.
- d. Dari hasil uji coba, masih perlu dilakukan beberapa perbaikan, terutama dalam pembacaan arah mendekati kamera (menuju Cicaheum). Sehingga belum dapat disimpulkan pendekatan komposisi yang dipakai sudah cukup dalam membaca 12 kelas kendaraan, atau membutuhkan tambahan alat/metode lain dalam membaca variasi gandar kendaraan.

5.2 Saran

Melihat adanya keterbatasan dalam image processing, yaitu dalam membedakan kelas kendaraan yang berbeda dengan dimensi yang sama. Sehingga disarankan adanya penambahan perangkat lain untuk membantu mendefinisikan kelas kendaraan dengan dimensi yang sama tersebut. Contohnya adalah dengan menggunakan algoritma *machine learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 2/M/BM/2017*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta
- NYSDOT. 2004. *Traffic Data Report for New York State*. Departement of Transportation, New York.
- Pusjatan. 2014. *Pedoman bahan Konstruksi bangunan dan Rekayasa Sipil kapasitas jalan Perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung
- Pusjatan. 2014. *Laporan Akhir: Naskah Kriteria Desain Pengembangan Alat Perhitungan Lalu-Lintas Nasional*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung
- Pusjatan. 2015. *Manual Pemasangan dan Pengoperasian Alat PLATO 2.1*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung
- Pusjatan. 2016. *Manual Monitoring dan Pemeliharaan Alat PLATO 2.1*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung
- Pusjatan. 2016. *Laporan Evaluasi Hasil Penghitungan PLATO 2.1*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung
- <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/introduction-to-video-and-image-processing/>

LAMPIRAN

CONTOH PERHITUNGAN KONVERSI 14 kelas dalam program PLATO 2.2 ke 12 kelas Bina Marga (output PLATO 2.2)

Misalkan dari data survei traffic counting didapat komposisi kendaraan seperti tabel berikut:

Kelas (Output PLATO 2.2)		Persentase
1	Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3	59%
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	18%
3	Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus	6%
4	Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran	4%
5	Bus Kecil	3%
6	Bus Besar	4%
7	Truk Ringan 2 Sumbu	2%
8	Truk Sedang 2 Sumbu	1%
9	Truk 3 Sumbu	1%
10	Truk Gandengan	1%
11	Truk Semi Trailer	1%
12	Kend. Tak Bermotor	0%

Selanjutnya dari hasil perhitungan PLATO 2.2, diperoleh data kendaraan sebagai berikut:

Kelas (dalam Program PLATO 2.2)		Volume (Perhitungan PLATO 2.2)
1	Sepeda Motor	1234
2	Irisan 1	350
3	Irisan 2	400
4	Pick up, micro, hantaran	30
5	Truk Ringan 2 as	65
6	Bus Kecil	35
7	Irisan 3	49
8	Truk Sedang 2 as	24
9	Irisan 4	29
10	Irisan 5	8
11	Irisan 6	9
12	Semi-trailer	2
13	Irisan 7	6
14	Semi-trailer	4
TOTAL		2245

Maka dihasilkan volume untuk masing-masing klasifikasi Bina Marga sebagai berikut:

Kelas (dalam Program PLATO 2.2)		Volume (Perhitungan PLATO 2.2)	Volume per Persentase	
1	Sepeda Motor	1234		
2	Irisan 1	350	Sedan, Jeep, Station Wagon	263
			Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus	88
3	Irisan 2	400	Sedan, Jeep, Station Wagon	257
			Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus	86
			Pick up, micro, hantaran	57
4	Pick up, micro, hantaran	30		
5	Truk Ringan 2 as	65		
6	Bus Kecil	35		
7	Irisan 3	49	Bus Kecil	29
			Truk Sedang 2 Sumbu	20
8	Truk Sedang 2 as	24		
9	Irisan 4	29	Truk Sedang 2 Sumbu	15
			Truk 3 as	15
10	Irisan 5	8	Truk 3 as	4
			Semi-trailer	4
11	Irisan 6	9	Bus Besar	6
			Truk 3 as	2
			Semi-trailer	2
12	Semi-trailer	2		
13	Irisan 7	6	Truk Gandengan	3
			Semi-trailer	3
14	Semi-trailer	4		
TOTAL		2245		

Dan jika dijumlahkan masing-masing kelas, pada akhirnya didapat hasil sebagai berikut:

Kelas (Output PLATO 2.2)		Volume (Output PLATO 2.2)
1	Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3	1234
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	520
3	Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus	173
4	Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran	87
5	Bus Kecil	64
6	Bus Besar	6
7	Truk Ringan 2 Sumbu	65
8	Truk Sedang 2 Sumbu	58
9	Truk 3 Sumbu	20
10	Truk Gandengan	3
11	Truk Semi Trailer	15
12	Kend. Tak Bermotor	0
TOTAL		2245

Kelas (dalam Program PLATO 2.2)		Volume (Perhitungan PLATO 2.2)	Volume per Persentase
1	Sepeda Motor	1234	263
2	Irisan 1	350	88
3	Irisan 2	400	257
4	Pick up, micro, hantaran	30	86
5	Truk Ringan 2 as	65	57
6	Bus Kecil	35	
7	Irisan 3	49	29
8	Truk Sedang 2 as	24	20
9	Irisan 4	29	
10	Irisan 5	8	15
11	Irisan 6	9	15
12	Semi-trailer	2	4
13	Irisan 7	6	4
14	Semi-trailer	4	6
TOTAL		2245	

Kelas (Output PLATO 2.2)		Persentase	Volume (Output PLATO 2.2)
1	1 Sepeda Motor, Sekuler, Sepeda Kumbang dan Roda 3	59%	1234
2	2 Sedan, Jeep, Station Wagon	18%	520
3	3 Oplet Pickup, Suburban, Combi & Minibus	6%	173
4	4 Pickup, Micro, Truk, dan Mobil Hantaran	4%	87
5a	5 Bus Kecil	3%	64
5b	6 Bus Besar	4%	6
6a	7 Truk Ringan 2 Sumbu	2%	65
6b	8 Truk Sedang 2 Sumbu	1%	58
7a	9 Truk 3 Sumbu	1%	20
7b	10 Truk Gandengan	1%	3
7c	11 Truk Semi Trailer	1%	15
8	12 Kend. Tak Bermotor	0%	0
TOTAL		100%	2245

Keterangan:

Input dengan volume yang terhitung di PLATO

Input dengan nilai persentase kendaraan hasil survey 1 harian (pada setiap jamnya)

- Angka 350 (kendaraan) didapat dari hasil perhitungan PLATO berdasarkan kendaraan yang lewat dan terdefinisi melalui sensor.
- Angka 18% didapat dari hasil survei TC pada ruas jalan di mana PLATO dipasang, yaitu komposisi kendaraan tertentu.
- Angka 263 (kendaraan) didapat dari perhitungan berikut: $\text{jumlah kend.} = \text{Volume kend.} \times \frac{\text{persentase a}}{\text{persentase a} + \text{persentase b}}$

$$= 350 \times \frac{18\%}{18\% + 6\%} = 263 \text{ kendaraan}$$
- Angka 520 didapat dari hasil penjumlahan kendaraan yang satu kelas, volume = $263 + 257 = 717$ kendaraan

TL: 246

625-87-1