

LAPORAN AKHIR
Kelompok Paket Kerja
TA 2011

PENYUSUNAN R0
PEDOMAN PENENTUAN VDF



0000020520

K E M E N T E R I A N P E K E R J A A N U M U M
B A D A N P E N E L I T I A N D A N P E N G E M B A N G A N
P U S A T P E N E L I T I A N D A N P E N G E M B A N G A N J A L A N D A N J E M B A T A N

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

17. 31)

LAPORAN AKHIR
Kelompok Paket Kerja
TA 2011

PENYUSUNAN R0
PEDOMAN PENENTUAN VDF

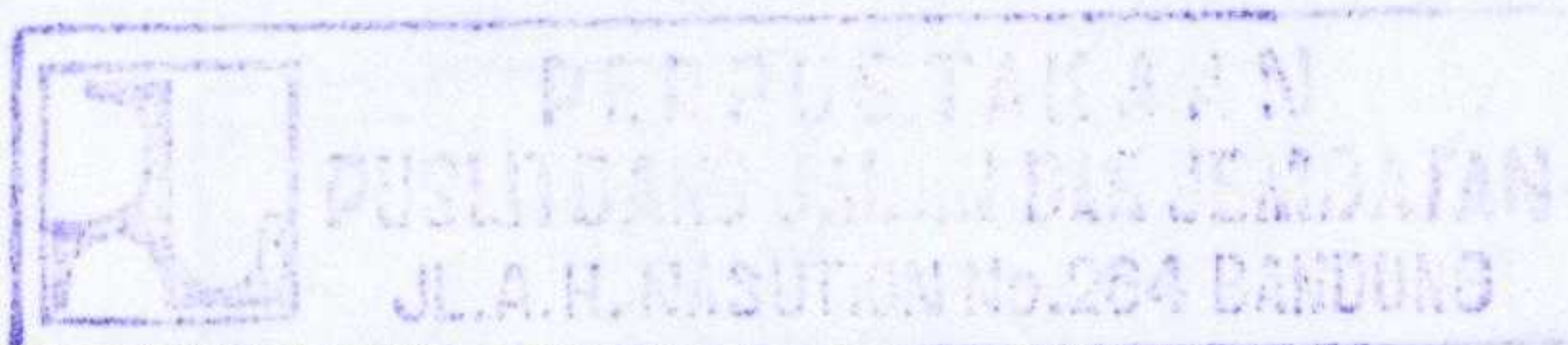
Barcode 0020520

	PERPUSTAKAAN PUSLITBANG PTAS. TRANSPORTASI
No. IND.	: 2012 / 12446
MFN	:
UDC	: 625.7 (047.31)
EX	:



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

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

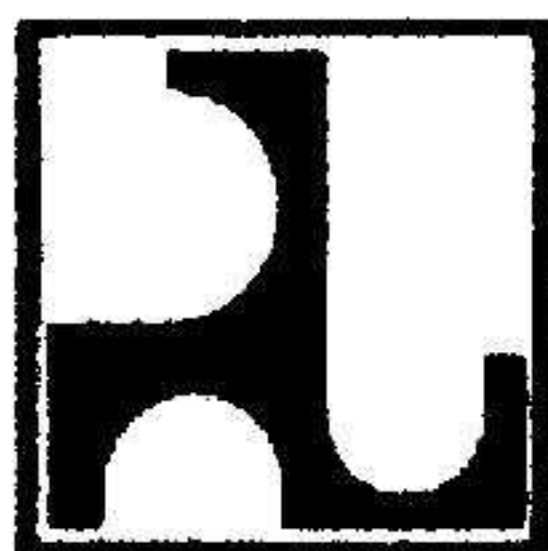


LAPORAN AKHIR

2	4	3	2	0	5	0	0	2	5	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PENYUSUNAN R0 PEDOMAN PENENTUAN VDF

Balai Bahan dan Perkerasan Jalan



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

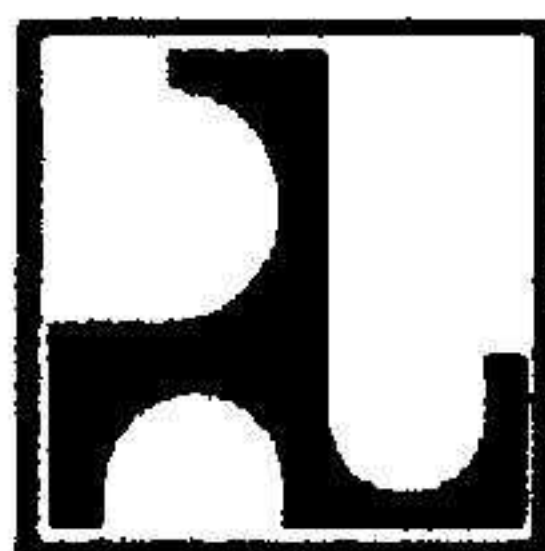
Jl. A. H. Nasution No 264 P.O BOX 2 Bandung 40294 Indonesia Telp (022) 7802251 Fax (022) 7802726 email: pusjatan@pusjatan.pu.go.id

LAPORAN AKHIR

2	4	3	2	0	5	0	0	2	5	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**PENYUSUNAN R0
PEDOMAN PENENTUAN VDF**

Balai Bahan dan Perkerasan Jalan



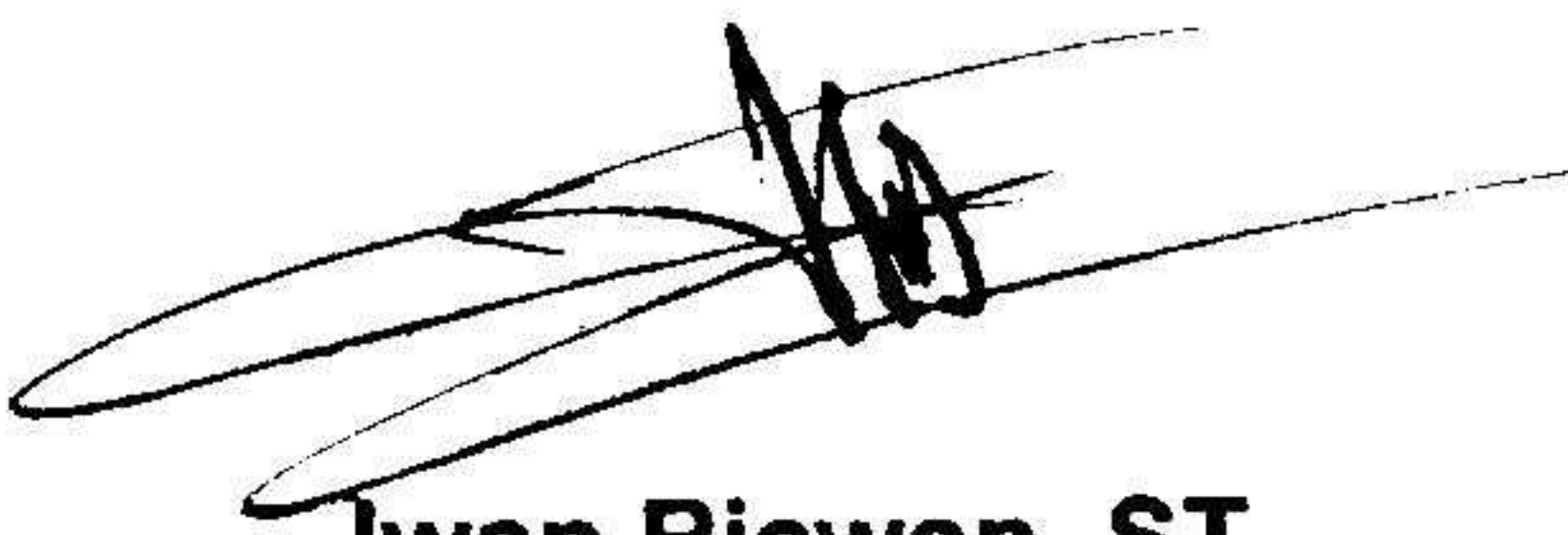
**K E M E N T E R I A N P E K E R J A A N U M U M
B A D A N P E N E L I T I A N D A N P E N G E M B A N G A N
P U S A T P E N E L I T I A N D A N P E N G E M B A N G A N J A L A N D A N J E M B A T A N**

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

TIM PELAKSANA Ketua Paket Kerja
Peneliti/Perekayasa

: Untung Cahyadi, S.ST
: 1. Wawan Dwi Haksoro, ST
2. Joko Pamungkas, S.ST
3. Andri Yuniardi, ST
4. Ade Solihin, ST
5. Nathaniel Balalembang, SH

Memeriksa,
Ketua Kelompok Kerja Penelitian



Iwan Riswan, ST
NIP. 19660415 199203 1 004

Disusun oleh,
Ketua Paket Kerja



Untung Cahyadi, S.ST
NIP. 19711012 2005 1 002

Mengetahui,
Ketua Kelompok Program Penelitian



DR. Djoko Widajat, MSc
NIP. 19510105 197811 1 001

Daftar Isi

- 1. PENDAHULUAN 1
 - 1.1 Latar Belakang..... 1
 - 1.2 Perumusan Masalah..... 1
 - 1.3 Tujuan dan Sasaran 2
 - 1.4 Luaran..... 2
 - 1.5 Lingkup Litbang 2
- 2. KAJIAN PUSTAKA 3
 - 2.1 Beban Kendaraan..... 3
 - 2.2 Jenis Teknologi Instrumen Pengumpulan Data..... 3
 - 2.3 Pembagian Jenis Kendaraan..... 5
 - 2.4 Penimbangan Kendaraan 8
 - 2.4.1 Metoda Penimbangan..... 8
 - 2.5 Kriteria Dalam Penimbangan 12
 - 2.6 Teknologi Penimbangan..... 14
 - 2.6.1 Karakteristik Peralatan..... 14
 - 2.7 Pertimbangan Pemilihan Metoda 16
 - 2.8 Kalibrasi 17
 - 2.9 Teknologi Pengumpulan Data Beban Kendaraan dan Perkembangannya 17
 - 2.9.1 Weighpads Portable / Pengukuran Beban Statis 18
 - 2.9.2 Weighbridges / Jembatan Timbang 20
 - 2.9.3 Weigh in Motion 25
 - 2.10 Keandalan Masing-masing Metode Pengumpulan Data 28
 - 2.10.1 Kelebihan Metode WIM:..... 28
 - 2.10.2 Kelemahan Metode WIM..... 28
 - 2.11 Perencanaan Pengumpulan Data Beban 28
 - 2.12 Pelaksanaan Pengumpulan Data Beban 31
 - Persiapan Pengukuran..... 31

Langkah-Langkah Pelaksanaan	37
3. METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1 Kerangka Pikir Pelaksanaan Kegiatan.....	51
3.2 Instrumen dan Sample	53
3.3 Teknik Analisis Data	56
3.3.1 Beban Kendaraan	56
4. PEMBAHASAN HASIL YANG DICAPAI.....	57
4.1 Penyusunan Pedoman Penentuan Beban Sumbu Kendaraan	57
4.2 Kajian Literatur	57
4.3 Kerangka RO	57
4.4 Draft Pedoman Penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P)	59
4.5 Diskusi Internal.....	59
5. REALISASI PELAKSANAAN LITBANG	60
5.1 Personil.....	60
5.2 Jadwal Kegiatan.....	60
5.3 Rincian Anggaran	62
6. KESIMPULAN	63

Daftar Tabel

Tabel 2-1 Kelebihan Tipe Sensor.....4

Tabel 2-2 Penyesuaian Bebebrapa Skema Pembagian Jenis Kendaraan.....8

Tabel 2-3 Kalsifikasi Kendaraan Menurut ASTM WIM.....11

Tabel 2-4 Perbandingan Karakteristik Sensor.....15

Tabel 2-5 Tabel JBI untuk masing-masing konfigurasi kendaraan.....24

Tabel 2-6 Format Tabulasi Microsoft Office Excel48

Tabel 2-7 Klasifikasi Kendaraan Ditjen Bina Marga49

Tabel 2-8 Konversi jenis kendaraan EURO_13 ke Bina Marga.....50

Tabel 5-1 Personil Kegiatan60

Tabel 5-2 Jadwal Kegiatan61

Daftar Gambar

Gambar 2-1 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut FHWA 13 6

Gambar 2-2 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut Bina Marga..... 6

Gambar 2-3 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut EURO 13 7

Gambar 2-4 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut AUSTROAD 8

Gambar 2.5 Transfer Berat Akibat Gravitasi..... 12

Gambar 2.6 Pengaruh Penempatan dan Jumlah Alat Timbang..... 12

Gambar 2.7 Pembacaan Berat Sumbu Pada Bidang Datar. 13

Gambar 2.8 Pembacaan Berat Sumbu Pada Bidang Miring. 13

Gambar 2.9 Pengaruh Distribusi Muatan Terhadap Pembacaan Berat Sumbu 14

Gambar 2-10 Timbangan Ban Depan dan Ban Belakang Truk Engkel 19

Gambar 2-11 Timbangan Ban Depan dan Ban Belakang Mobil Penumpang 19

Gambar 2-12 Pemasangan Kabel Loop..... 26

Gambar 2-13 Pengecekan Wim Strip..... 26

Gambar 2-14 Skema Pemasangan Sensor Dan Data Logger 27

Gambar 2-15 Layout Pemilihan Site 29

Gambar 2-16 Pembuatan garis bantu tegak lurus dengan acuan marka jalan 32

Gambar 2-17 Dimensi dan letak loop 32

Gambar 2-18 Pembuatan pola ujung slot loop..... 33

Gambar 2-19 Layout keseluruhan pola loop dan wim strip 33

Gambar 2-20 Letak kabel pada SLK dan urutan lilitan..... 34

Gambar 2-21 Hasil akhir pemasangan Loop di lapangan 34

Gambar 2-22 Wim srip dan pengaku..... 35

Gambar 2-23 Penimbangan berat gandar kendaraan menggunakan timbangan portabel 36

Gambar 2-24Garis Bantu Penentu Jejak Ban..... 39

Gambar 2-25 Sketsa Inventarisasi Site dan Dimensi Jalan 40

Gambar 2-26 Sketsa Layout Pemasangan Data Logger dan Sensor 40

Gambar 2-27 Layout Area Kerja 42

Gambar 2-28 Layout Perambuan Sementara 42

Gambar 2-29 Layout Penempatan Kendaraan Survai Dalam Area Kerja..... 43

Gambar 2-30 Layout Detour Arus Lalu lintas Menggunakan Bahu Jalan 44

Gambar 2-31 Layout Pengaturan Arus Lalu lintas Menggunakan Sistim Tutup Buka 44

Gambar 2-32 Jenis Kendaraan Menurut Bina Marga50

Gambar 3-1 Pengecekan Wim Strip.....54

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Data beban kendaraan merupakan salah satu kunci dalam perencanaan perkerasan jalan. Data beban kendaraan yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan adalah beban gandar (sumbu) dari setiap jenis kendaraan yang kemudian dihitung untuk mengetahui faktor kerusakan akibat kendaraan (*vehicle damaging factor*). Faktor perusak kendaraan bervariasi berdasarkan sumbu kendaraan, konfigurasi sumbu, medan jalan dan jenis jalan.

Ketersediaan data beban kendaraan di Indonesia saat ini relatif terbatas, dimana tidak seluruh ruas jalan telah dilakukan pengumpulan data beban kendaraan. Terbatasnya kemampuan dalam pembiayaan, ketersediaan SDM, peralatan dan waktu untuk pengumpulan merupakan penyebab dari ketersediaan data tersebut.

Terdapat beberapa cara untuk melakukan pengumpulan data beban kendaraan, baik secara manual dengan peralatan sederhana dimana kendaraan ditimbang setiap sumbunya menggunakan alat penimbang portable hingga cara otomatis menggunakan beberapa sensor dan peralatan untuk pelaksanaannya. Setiap cara pengumpulan data tersebut memiliki konsekuensi berupa kelebihan dan kekurangan baik dari segi kinerja, kemudahan pelaksanaan serta kebutuhan biaya untuk pelaksanaannya.

Saat ini belum tersedia pedoman tentang pengumpulan data beban sumbu kendaraan yang diperlukan oleh pembina jalan. dengan mempertimbangkan variasi dari cara dan peralatan pengumpulan data

Adanya variasi cara pengumpulan data tersebut dan ketersediaan kemampuan dari pembina jalan menyebabkan adanya kebutuhan akan pedoman pengumpulan data beban kendaraan sebagai sumber data yang saat ini belum tersedia.

1.2 Perumusan Masalah

1. Keterbatasan data beban kendaraan untuk keperluan perencanaan perkerasan jalan
2. Adanya keterbatasan kemampuan pembina jalan dalam pengumpulan data seluruh jaringan jalan.
3. Terdapat beberapa metoda pengumpulan data beban kendaraan menurut teknologi

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan yang akan dicapai pada tahun 2011 adalah:

- Menyusun konsep pedoman (R0) tentang penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P).

Sasaran yang akan diharapkan sesuai dengan tujuan adalah:

- Tersedianya konsep pedoman (R0) tentang penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P) yang dapat digunakan dan sesuai perencanaan perkerasan jalan

1.4 Luaran

Luaran T.A 2011 adalah konsep pedoman penentuan Beban Sumbu Kendaraan yang berisi:

1. Ketentuan umum penentuan Beban Sumbu Kendaraan.
2. Ketentuan teknis penentuan Beban Sumbu Kendaraan.

1.5 Lingkup Litbang

Lingkup kegiatan litbang penentuan Beban Sumbu Kendaraan terbagi menjadi dua:

1. Lingkup Wilayah
2. Lingkup Subtansi

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Beban Kendaraan

Beban kendaraan terdiri atas bobot kendaraan dan berat muatan yang diangkutnya, beban kendaraan disalurkan pada setiap ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda. Sumbu depan kendaraan merupakan sumbu tunggal, sedangkan sumbu belakang dapat berupa sumbu tunggal atau sumbu ganda. Dengan demikian setiap jenis kendaraan akan mempunyai angka ekivalen yang merupakan jumlah angka ekivalen dari sumbu depan dan belakang. Beban masing-masing sumbu dipengaruhi oleh letak titik berat kendaraan dan bervariasi sesuai muatannya.

2.2 Jenis Teknologi Instrumen Pengumpulan Data

Seluruh teknologi yang digunakan dalam pengumpulan data beban kendaraan menggunakan jenis sensor yang dipasang pada permukaan jalan. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan antara lain:

- Akurasi dari semua sensor WIM berkurang bila kondisi perkerasan memburuk;
- Kecepatan yang bervariasi (biasanya terjadi di ruas jalan perkotaan) akan menurunkan akurasi WIM.

Tabel 2-1 menampilkan kelebihan dan kekurangan penggunaan berbagai jenis sensor.

Tabel 2-1 Kelebihan Tipe Sensor

No	Tipe sensor	Kelebihan	Pertimbangan
1	Piezoceramic Cable	Mudah, instalasi cepat dibandingkan dengan sistem WIM lainnya Umumnya lebih murah dari sistem WIM lainnya Banyak diproduksi	Sensitif terhadap perubahan suhu Akurasi terganggu oleh struktur jalan Instalasi memerlukan ketelitian Instalasi murah dan mudah seringkali menyebabkan perubahan posisi dan menghasilkan penurunan akurasi pembacaan
2	Piezopolymer	Termudah, instalasi tercepat dibandingkan dengan sistem WIM yang lainnya Umumnya lebih murah dari sistem WIM lainnya Banyak diproduksi	Sensitif terhadap perubahan suhu Akurasi terganggu oleh struktur jalan Instalasi memerlukan ketelitian Instalasi murah dan mudah seringkali menyebabkan perubahan posisi dan menghasilkan penurunan akurasi pembacaan
3	Piezoquartz	Termudah, instalasi tercepat dibandingkan dengan beberapa sistem WIM yang lainnya Lebih murah bila sensor digunakan untuk jangka waktu yang lama Sensor sangat akurat Sensor tidak sensitif terhadap suhu Telah banyak dikembangkan	Lebih mahal dari teknologi piezo yang lain Membutuhkan multi-sensor per lajur Membutuhkan perawatan lebih intensif Sensor tidak berumur panjang Akurasi dipengaruhi oleh struktur jalan
4	Bending Plate	Frame sensor terpisah dari struktur perkerasan Cocok terhadap semua jenis ban Biaya sedang Sensor tidak sensitif terhadap suhu Teknologi telah tersebar	Instalasi lebih lama dibandingkan sistem piezo Beberapa pernah mengalami kegagalan, walaupun yang lainnya dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama
5	Load Cell	Cocok terhadap semua jenis ban Seringkali dianggap sebagai teknologi WIM konvensional yang paling akurat Beberapa sistem dapat berumur panjang	Sistem WIM termahal Membutuhkan konstruksi yang rumit Biaya yang efektif jika dipasang dan dirawat untuk jangka waktu yang lama
6	Fiber Optic	Teknologi baru	Teknologi baru, belum teruji Belum didukung oleh pabrik Akurasi terpengaruh oleh struktur jalan
7	Subsurface Frame Strain-Gauge	Sistem dirancang untuk menghilangkan dampak beban pada sensor, meningkatkan ketahanan alat	Teknologi terbaru, sedang diuji di AS Akurasi dari output menggunakan software yang ada

No	Tipe sensor	Kelebihan	Pertimbangan
	System		Akurasi terpengaruh jika struktur perkerasan bervariasi Mahal, instalasi memakan waktu yang lama
8	Multiple Sensor Systems (Piezo, Bending Plate)	Penambahan sensor menambah akurasi, sementara yang lainnya tetap Performa sistem sedikit berkurang jika satu sensor rusak, tapi meningkatkan kehandalan sistem	Penambahan sensor menambah kemungkinan salah satu sensor rusak Sensor dalam jumlah banyak akan memakan waktu dan biaya lebih besar`
9	Bridge WIM (Includes CULWAY)	Platform membatasi dampak getaran kendaraan Pengembangan telah dilakukan oleh Eropa pada versi AS	Hanya menjamin bekerja dengan baik pada rancangan portal yang terbatas Tidak dipasarkan di AS
10	Capacitance Mats	Biaya sensor murah Frame sensor terpisah dari struktur perkerasan	Konfigurasi biasa

Sumber: Equipment for Collecting Traffic Load Data, NCHRP Report 50, 2004

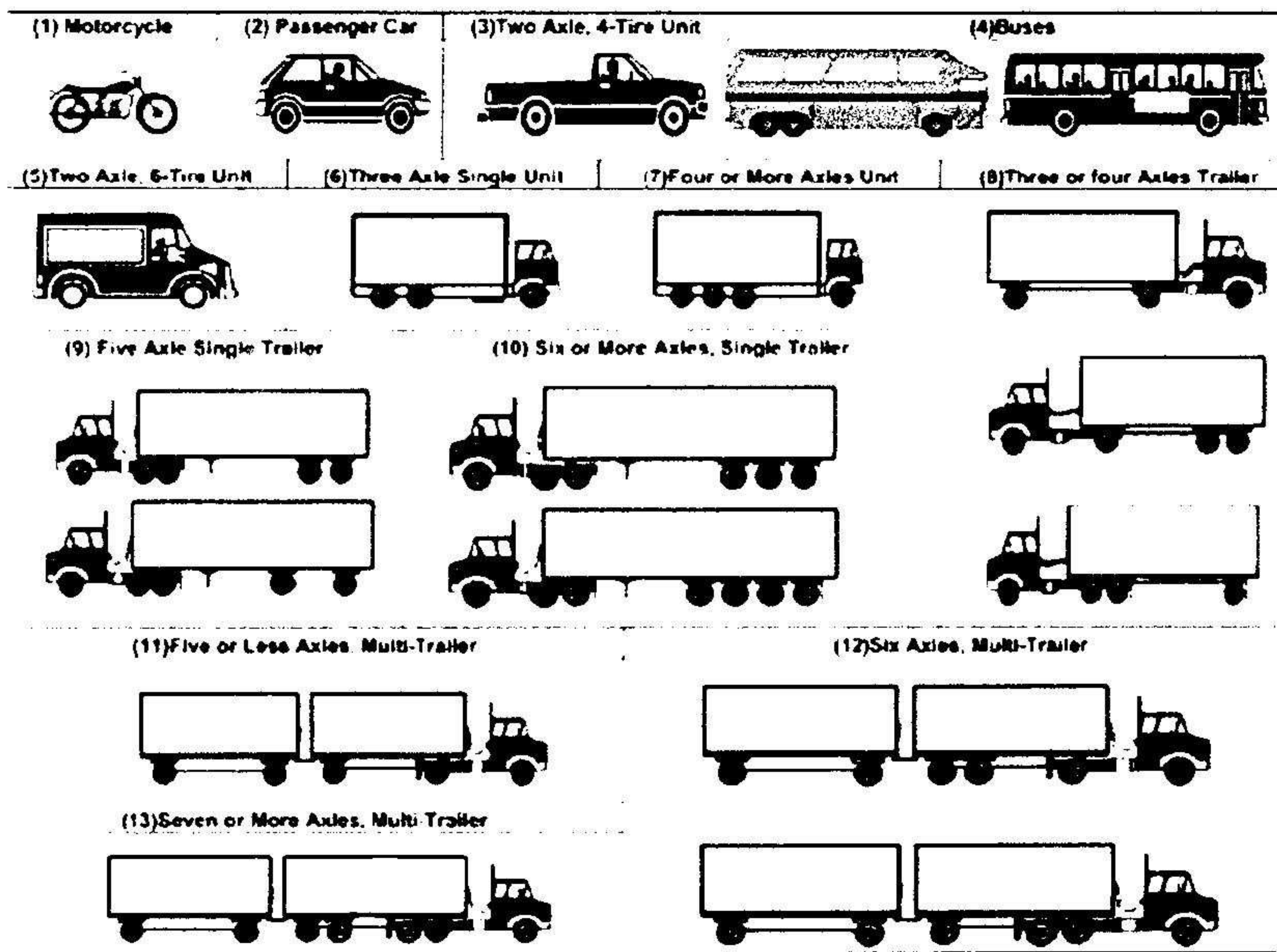
2.3 Pembagian Jenis Kendaraan

Perbedaan dimensi dan kemampuan serta peruntukan kendaraan yang beroperasi akan memberikan pengaruh pada beban lalu lintas yang terjadi, untuk keperluan pengumpulan data dan analisis data maka perlu dilakukan pemisahan jenis kendaraan menurut dimensi, berat, kemampuan, jumlah sumbu serta konfigurasi sumbu kendaraan.

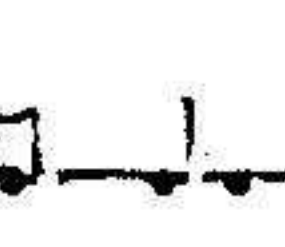
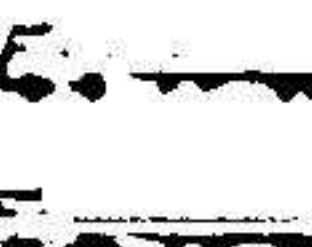
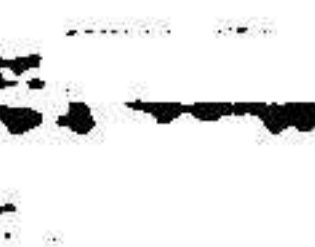
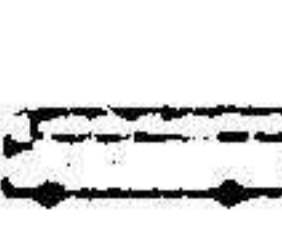
Terdapat beberapa pembagian jenis kendaraan dan kelompok kendaraan yang dijadikan acuan dalam pengumpulan data beban lalu lintas. Skema pembagian jenis kendaraan yang umum digunakan di beberapa negara antara lain: AASHTO, AUSROAD, FHWA 13, EURO 13 dan untuk di Indonesia pembagian jenis kendaraan mengacu pada skema Bina Marga. Perbedaan pembagian jenis kendaraan dan kelompok kendaraan diuraikan pada gambar diuraikan pada Gambar 2.1 sampai dengan Gambar 2.3. Terdapat persamaan jenis kendaraan dalam beberapa skema yang ada saat ini, sehingga untuk keperluan analisis dapat dilakukan penyesuaian jenis kendaraan antara beberapa skema, namun demikian tidak seluruh jenis dapat disesuaikan mengingat perbedaan jenis kendaraan dalam populasi yang menjadi dasar penentuan skema jenis kendaraan.

Contoh penyesuain jenis kendaraan dari beberapa skema diuraikan secara rinci pada Tabel 2-2

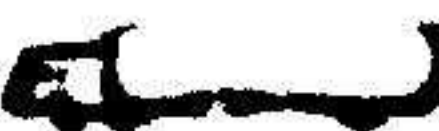
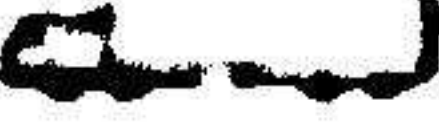
Untuk pelaksanaan penimbangan secara otomatis dengan menggunaan alat dan perangkat lunak tertentu, penentuan skema pembagian kendaraan sangat penting dengan populasi kendaraan yang akan ditimbang. Hal in berkaitan dengan skema yang pembagian kendaraan yang dapat ditentukan oleh perangkat lunak menurut dimensi dan jumlah gandar kendaraan. Sedangkan pada penimbangan yang dilakukan secara manual pembagian jensi kendaraan dapat menggunakan skema menurut ketentuan yang berlaku atau untuk keperluan tertentu serta penyesuaian dengan jenis populasi kendaraan yang ada maka dapat disusun suatu skema baru yang sesuai.



Gambar 2-1 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut FHWA 13

									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kendaraan Ringan	Mini Bis/ Mini Truk	Truk 2 sumbu	Truk 3 sumbu	Truk 4 sumbu	Truk Gandengan	Semi Trailer 1 sumbu	Semi Trailer 2 sumbu	Semi Trailer 3 sumbu	Bus Besar

Gambar 2-2 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut Bina Marga

Vehicle Classification Table			GR03 LUR13	
1	Passenger car		1	Passenger car
2	Van		2	Van
3	Truck		3	Truck
4	Tractor		4	Tractor
5	Motorcycle		5	Motorcycle
6	Auto cycle		6	Auto cycle
7	Three wheeler		7	Three wheeler
8	Two wheeler		8	Two wheeler
9	Other		9	Other
10	Other		10	Other
11	Other		11	Other
12	Other		12	Other
13	Other		13	Other
14	Other		14	Other
15	Other		15	Other
16	Other		16	Other
17	Other		17	Other
18	Other		18	Other
19	Other		19	Other
20	Other		20	Other
21	Other		21	Other
22	Other		22	Other
23	Other		23	Other
24	Other		24	Other
25	Other		25	Other
26	Other		26	Other
27	Other		27	Other
28	Other		28	Other

Gambar 2-3 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut EURO 13

Category	Level 1	Level 2	Level 3	AUSTROADS Classification		
Length inclusive	Axles and Axle Groups		Vehicle Type			
Type	Axles	Groups	Typical Description	Class	Parameters	Typical Configuration
Short Up to 5.5m	LIGHT VEHICLES					
		1 or 2	Short Sedan Wagon 4WD Utility Light van Bicycle Motorcycle etc	1	d1 > 3.2m and axles = 2	
Medium 5.5m to 14.5m	3, 4 or 5	3	Short - Towing Trailer Caravan Boat etc	2	groups = 3 d1 > 2.1m, d1 > 3.2m d2 > 2.1m and axles = 3, 4 or 5	
	HEAVY VEHICLES					
	2	2	Two Axle Truck or Bus	3	d1 > 3.2m and axles = 2	
	3	2	Three Axle Truck or Bus	4	axles = 3 and groups = 2	
Long 14.5m to 19.5m	4	2	Four Axle Truck	5	axles = 3 and groups = 2	
	3	3	Three Axle Articulated Three axle articulated vehicle or rigid vehicle and trailer	6	d1 > 3.2m, axles = 3 and groups = 3	
	4	4 or 5	Four Axle Articulated Four axle articulated vehicle or rigid vehicle and trailer	7	d2 > 2.1m or d1 > 2.1m or d1 > 3.2m axles = 4 and groups = 2	
	5	4 or 5	Five Axle Articulated Five axle articulated vehicle or rigid vehicle and trailer	8	d2 > 2.1m or d1 > 2.1m or d1 > 3.2m axles = 5 and groups = 2	
	4 or 5	4 or 5	Six Axle Articulated Six axle articulated vehicle or rigid vehicle and trailer	9	axles = 6 and groups = 2 or axles = 5 and groups = 3	
Medium Combination 17.5m to 36.5m	4 or 5	4	B Double B Double or heavy truck and trailer	10	groups = 4 and axles = 5	
	4 or 5	5 or 6	Double Road Train Double road train or Medium articulated vehicle and one dog trailer M.A.C.	11	groups = 5 or 6 and axles = 5	
Large Combination Over 33.0m	4 or 5	4 or 5	Triples Road Train Triple road train or heavy truck and three trailers	12	groups = 6 and axles = 5	

Definitions

Group: Group of axles where adjacent axles are less than 2.1m apart

Axle Group: Number of axle groups

Axles: Number of axles (maximum axle spacing of 10.0m)

d1: Distance between first and second axle

d2: Distance between second and third axle

Gambar 2-4 Skema Pembagian Jenis Kendaraan Menurut AUSTROAD

Tabel 2-2 Penyesuaian Bebebrapa Skema Pembagian Jenis Kendaraan

Skema			Klasifikasi Kendaraan	Konfigurasi Sumbu
Euro13	B.M	FHWA 13		
1	1 &2	2 &3	Kendaraan Ringan	MP 1.1
			Medium Truck/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 1.22 - 22
9	9	10	Traktor 2 Sumbu + Trailer 3 Sumbu	T 1.22 - 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	

2.4 Penimbangan Kendaraan

2.4.1 Metoda Penimbangan

Terdapat dua induk metoda dalam pelaksanaan penimbangan kendaraan, dimana dibedakan menurut kebutuhan peralatan, pelaksanaan penimbangan, durasi penimbangan dan biaya yang diperlukan, yakni:

A. Metoda penimbangan statis atau manual. Pada metoda ini terbagi menurut kebutuhan pengumpulan data yakni:

- a. Menerus, umumnya digunakan untuk penegakan hukum atau pemenuhan data yang bersifat menerus. Pelaksanaan penimbangan statis durasi menerus umumnya dilakukan pada stasiun penimbangan atau di Indonesia dikenal dengan nama Jembatan Timbang. Proses penimbangan dilakukan dengan memberhentikan kendaraan sample diatas sensor penimbang ukuran besar (umumnya menggunakan bending plates atau hydraulic load cell) data penimbangan diperlihatkan pada alat baca tertentu, hasil pembacaan adalah berat keseluruhan kendaraan beserta muatannya. Kebutuhan waktu untuk proses penimbangan relatif singkat
- b. Sesaat, menggunakan timbangan penimbang roda kendaraan portable. Penimbangan dilakukan dengan memberhentikan kendaraan sample sebelum lokasi penempatan alat timbang. Proses penimbangan dilakukan dengan mengarahkan kendaraan menuju alat timbang. Hasil penimbangan berupa data berat masing-masing roda kendaran. Kebutuhan waktu proses penimbangan sangat tergantung dari jumlah alat timbang yang digunakan, semakin banyak alat atau sebanding dengan jumlah roda kendaraan semakin sedikit waktu yang diperlukan.

Kelebihan dari metoda ini adalah akurasi penimbangan statis menggunakan timbangan kendaraan portable jauh lebih baik dari cara penimbangan bergerak otomatis (WIM).

Kondisi lokasi penempatan alat timbang harus dalam kondisi datar dan kuat terhadap tekanan berat roda kendaraan. Kekurangan dari cara ini adalah:

1. Kebutuhan ruang relatif luas, hal ini diperlukan untuk manuver kendaraan sebelum memasuki tempat alat timbang serta manuver meninggalkan alat timbang untuk kembali masuk ke lajur lalulintas.
2. Memiliki potensi mengganggu pergerakan lalulintas akibat konflik kendaraan saat memasuki lokasi penimbangan dan keluar lokasi penimbangan.
3. Memiliki potensi bahaya pada personil pelaksana penimbangan kendaraan, apabila kendaraan tergelincir dari atas alat timbang portable.

4. Kebutuhan biaya untuk pelaksanaan dan penyediaan alat penimbangan statis sesaat relatif murah.
5. Kebutuhan biaya untuk penimbangan statis menerus menggunakan jembatan timbang sangat mahal.
6. Hasil penimbangan menggunakan jembatan timbang berupa berat keseluruhan kendaraan, tidak berupa data berat sumbu kendaraan sehingga kurang dapat digunakan untuk analisis.

B. Metoda dinamis atau weigh in motion (WIM), yakni pelaksanaan penimbangan tanpa perlu memberhentikan kendaraan sample. Pada metoda ini digunakan sensor pembaca berat. Metoda ini terdiri atas:

- i. Low speed WIM
- ii. High Speed WIM

Pada metoda low speed wim, penimbangan kendaraan dilakukan tanpa memberhentikan kendaraan sample, namun kendaraan sample diarahkan menuju tempat timbang dan diatur kecepatannya sehingga kendaraan melintas diatas sensor penimbang dalam kecepatan rendah. Penggunaan metoda low speed wim umumnya digunakan pada gerbang jalan tol, kawasan industri dan bagian ruas jalan tertentu. Metoda ini memanfaatkan sensor berupa bending plate, piezoelectric dan load cell. Data luaran berupa data elektronik dalam bentuk file yang memuat data tentang jensi kendaraan, berat keseluruhan, berat masing-masing gandar dan dimensi kendaraan lainnya seperti panjang kendaraan serta jarak antar gandar.

Pada metoda high speed wim, penimbangan dilakukan dengan mengalikan kendaraan menuju jalur khusus kendaraan diluar jalur lalu lintas dimana pada jalur tersebut telah dipasang alat penimbang khusus kendaraan dengan kecepatan tinggi dengan panjang lajur yang cukup panjang. Penggunaan metoda high speed wim umumnya digunakan pada gerbang pelabuhan, gerbang tol dan kawasan industri. Metoda ini memanfaatkan sensor berupa piezo yang digabungkan dengan induktif loop dan linear quartz. Tingkat akurasi sensor pada metoda ini lebih rendah dibandingkan dengan metoda low speed wim.

contoh gambar penimbangan menggunakan metoda low speed wim :

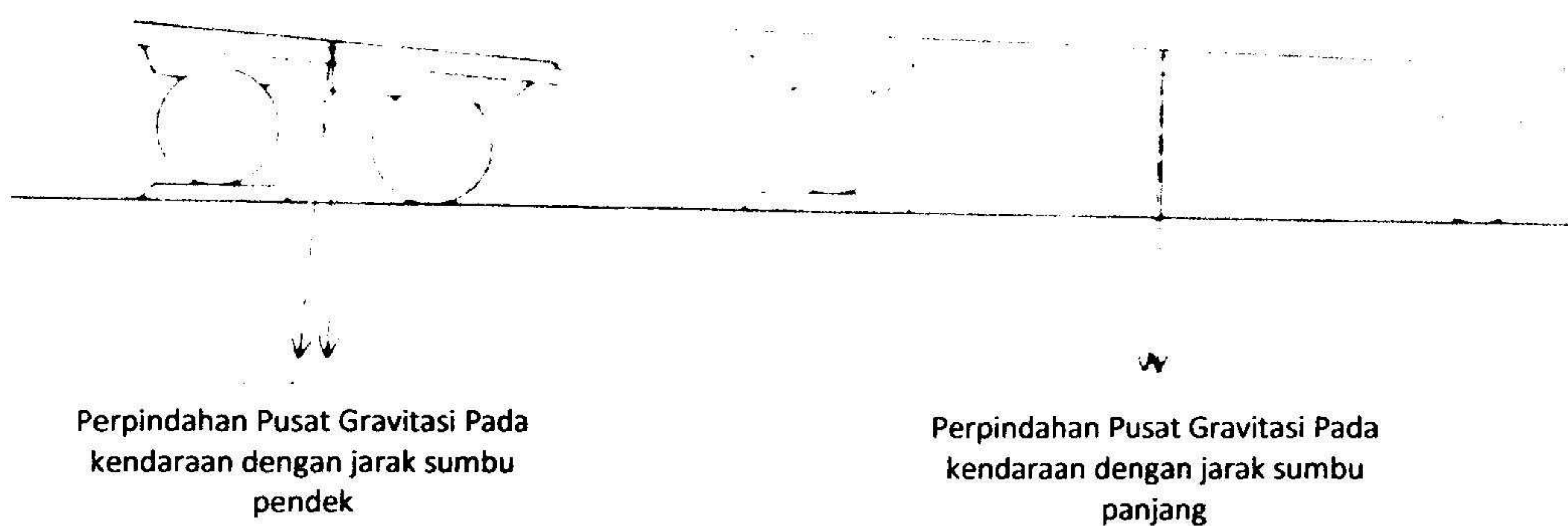
Tabel 2-3 Kalsifikasi Kendaraan Menurut ASTM WIM

	Klasifikasi			
	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IV
Rentang Kecepatan	16 - 113 km/jam (10 - 70 mph)	16 - 113 km/jam (10 - 70 mph)	24 - 80 km/jam (15 - 50 mph)	24 - 80 km/jam (15 - 50 mph)
Penerapan	Pengumpulan data lalulintas	Pengumpulan data lalulintas	Jembatan Timbang	Jembatan Timbang
Jumlah Lajur	4 Lajur	4 Lajur	2 Lajur	2 Lajur
Bending Plate	X	X	X	X
Sensor Piezoelectric	X	X		
Load Cell	X	X	X	X
Beban Roda	X		X	X
Beban Sumbu Kendaraan	X	X	X	X
Beban Konfigurasi As Kendaraan	X	X	X	X
Berat Kotor Kendaraan	X	X	X	X
Kecepatan	X	X	X	X
Jarak antar Sumbu Kendaraan	X	X	X	X
Kelas Kendaraan	X	X		
Kode Lokasi Survai	X	X	X	X
Lajur dan Arah Pergerakan	X	X	X	
Tanggal dan Waktu Kendaraan yang melintas	X	X	X	X
Mencatat seluruh kendaraan secara berturut-turut	X	X	X	X
Jarak Roda (Sumbu depan sampai Sumbu Belakang	X	X		
Ekivalensi Beban Sumbu Tunggal	X	X		
Kode Pelanggaran	X	X	X	X

2.5 Kriteria Dalam Penimbangan

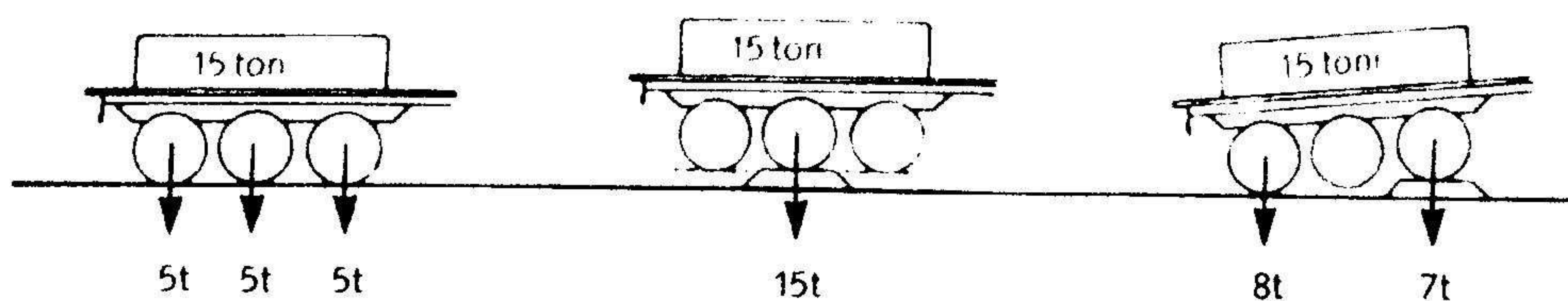
Penimbangan kendaraan dapat dilakukan menggunakan beberapa jenis peralatan dan metoda penimbangan. Hasil pembacaan alat timbang sangat tergantung pada kemampuan dan prosedur pelaksanaan penimbangan. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pelaksanaan penimbangan kendaraan baik menggunakan penimbang portable yang disimpan diatas permukaan tanah maupun alat timbang permanen yang dikubur dalam tanah, antara lain:

1. Transfer berat, hal ini dipengaruhi oleh adanya perpindahan garis pusat gravitasi dimana pada kendaraan dengan jarak sumbu rapat, perpindahan garis pusat gravitasi akan semakin besar dan akan mempengaruhi transfer berat muatan seperti diilustrasikan pada Gambar 2.5.



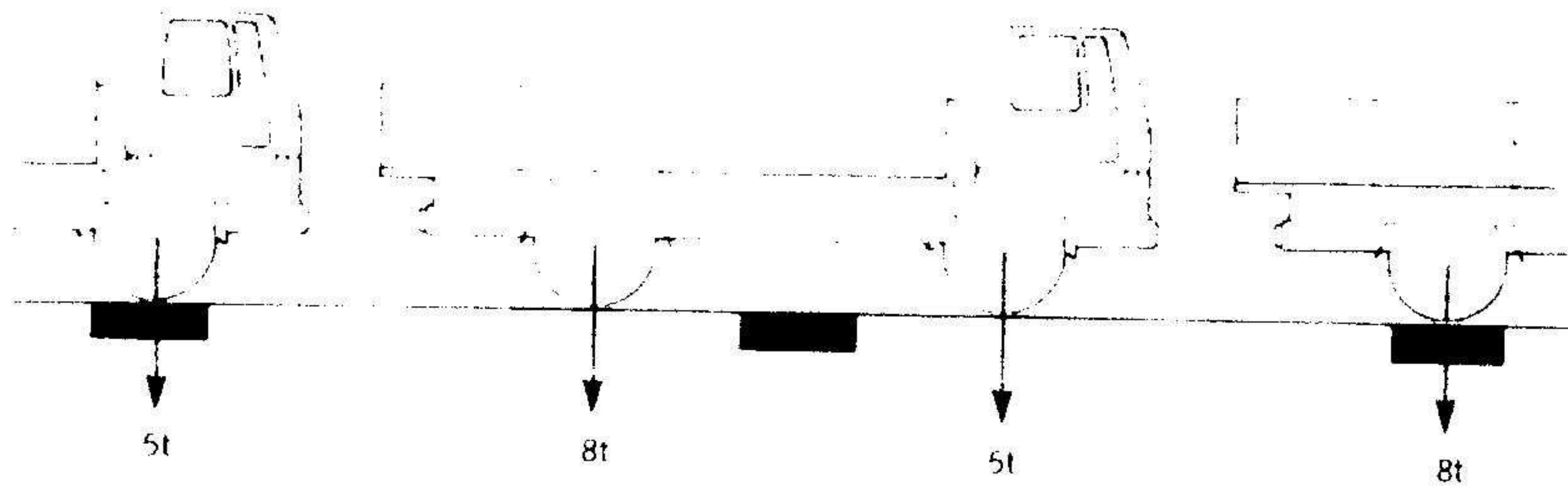
Gambar 2.5 Transfer Berat Akibat Gravitasi

2. Penempatan dan jumlah alat penimbang , hal ini akan memperngaruhi nilai hasil penimbangan. Dengan mengambil contoh konfigurasi sumbu triple dan berat keseluruhan sebesar 15 ton, letak dan jumlah alat timbang yang digunakan yag berbeda akan memberikan hasil yang berbeda seperti diperlihatkan pada Gambar 2.6

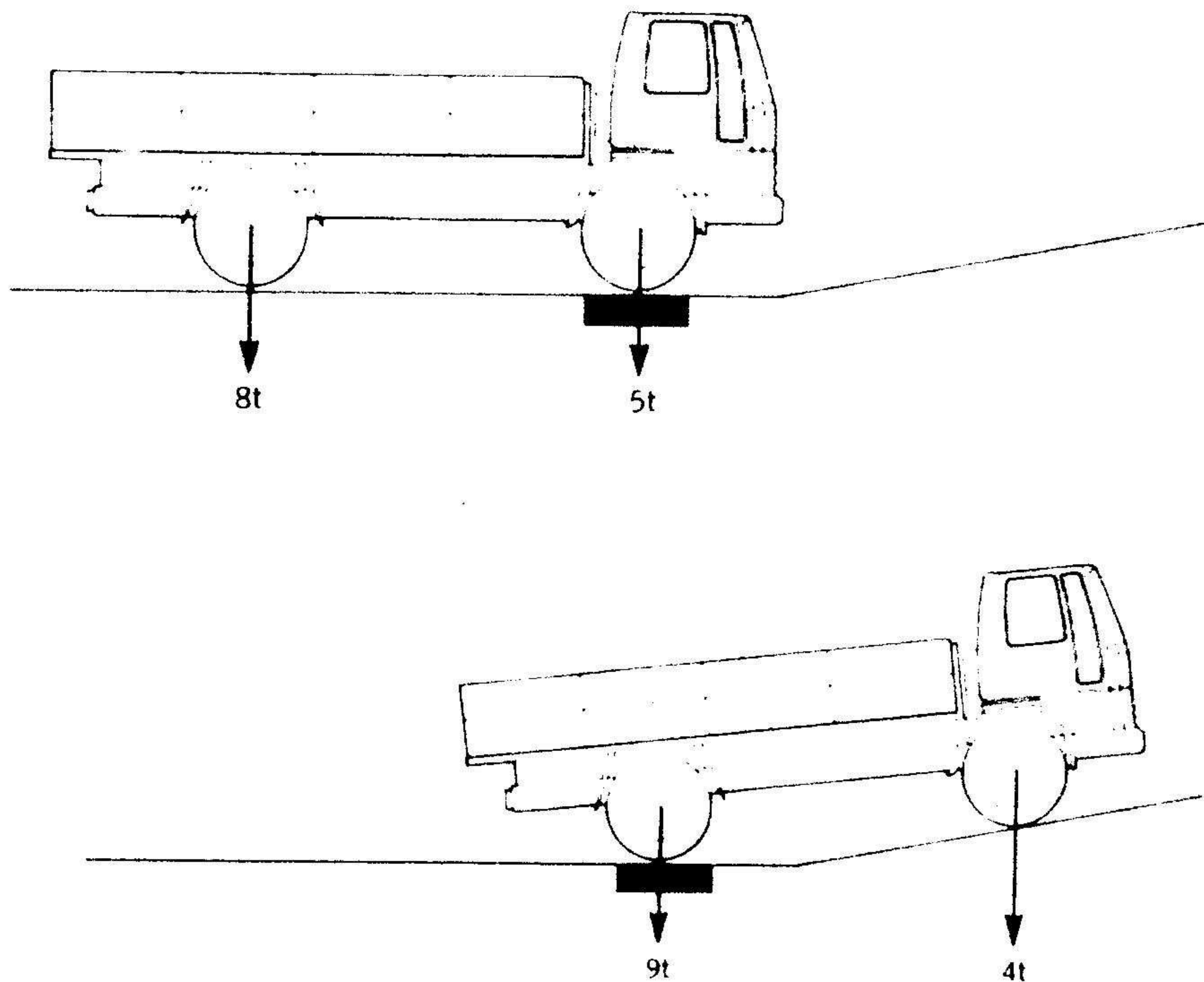


Gambar 2.6 Pengaruh Penempatan dan Jumlah Alat Timbang

3. Gradien, untuk penggunaan alat yang tertanam dan permanen dibawah permukaan tanah besar gradien sangat mempengaruhi hasil pembacaan, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.7 dan Gambar 2.8.

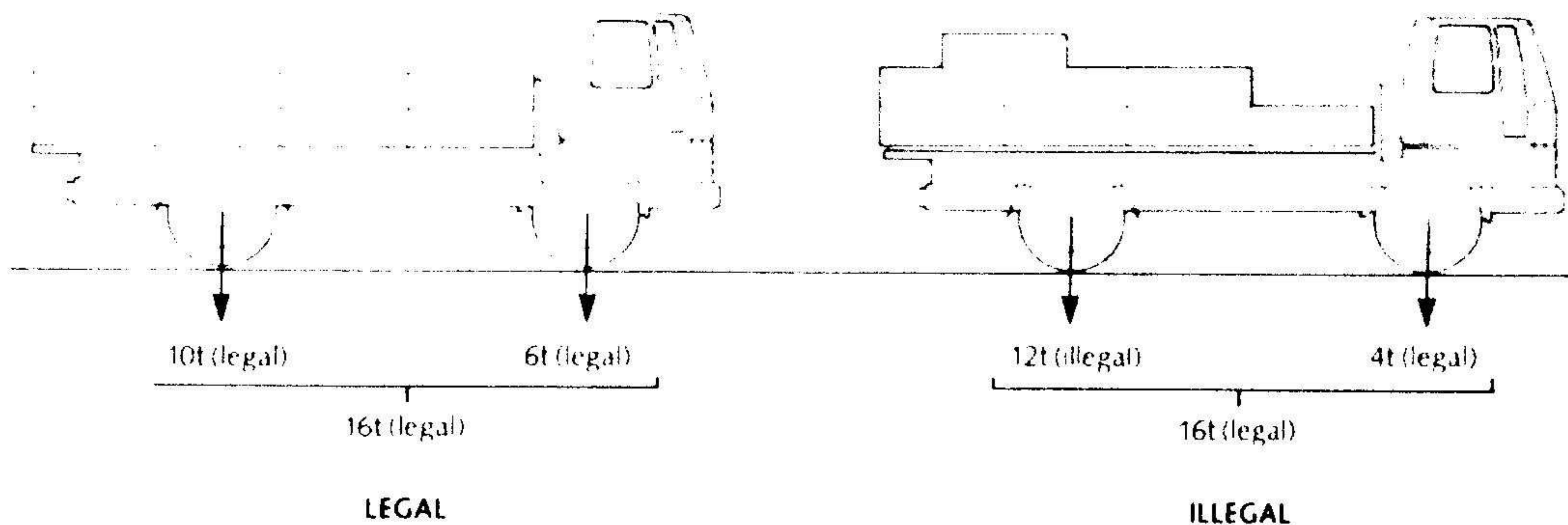


Gambar 2.7 Pembacaan Berat Sumbu Pada Bidang Datar.



Gambar 2.8 Pembacaan Berat Sumbu Pada Bidang Miring.

4. Penempatan atau distribusi muatan, pengaruh distribusi muatan akan mempengaruhi besar pembacaan seperti diperlihatkan pada Gambar 2-9.



Gambar 2.9 Pengaruh Distribusi Muatan Terhadap Pembacaan Berat Sumbu

2.6 Teknologi Penimbangan

2.6.1 Karakteristik Peralatan

Seluruh alat penimbang kendaraan yang ada hingga saat ini menggunakan sensor tekanan roda kendaraan. Jenis sensor yang umum digunakan dibedakan berdasarkan penempatan sensor, yakni :

1. Sensor datar yang dipasang diatas permukaan perkerasan seperti: capacitance pad, piezo electric dan load cell pada weigh scale
2. Ukuran Kecil , dipasang dalam perkerasan jalan seperti: fiber-optic, piezo cable dan piezo quartz
3. Ukuran besar, dipasang dalam perkerasan jalan seperti: bending plates, hydraulic load cell
4. Dipasang pada struktur jalan seperti pada : jembatan dan Culvert WIM

Perbedaan beberapa sensor menurut karakteristik kemampuan, kemudahan instalasi, biaya yang diperlukan serta pertimbangan lainnya, secara rinci diuraikan dalam Tabel 2-4.

Tabel 2-4 Perbandingan Karakteristik Sensor

No	Tipe sensor	Kelebihan	Pertimbangan
1	Piezoceramic Cable	▪ Mudah, instalasi cepat dibandingkan dengan sistem WIM lainnya ▪ Umumnya lebih murah dari sistem WIM lainnya ▪ Banyak diproduksi	▪ Sensitif terhadap perubahan suhu ▪ Akurasi terganggu oleh struktur jalan ▪ Instalasi memerlukan ketelitian ▪ Instalasi murah dan mudah seringkali menyebabkan perubahan posisi dan menghasilkan penurunan akurasi pembacaan
2	Piezopolymer	▪ Termudah, instalasi tercepat dibandingkan dengan sistem WIM yang lainnya ▪ Umumnya lebih murah dari sistem WIM lainnya ▪ Banyak diproduksi	▪ Sensitif terhadap perubahan suhu ▪ Akurasi terganggu oleh struktur jalan ▪ Instalasi memerlukan ketelitian ▪ Instalasi murah dan mudah seringkali menyebabkan perubahan posisi dan menghasilkan penurunan akurasi pembacaan
3	Piezoquartz	▪ Termudah, instalasi tercepat dibandingkan dengan beberapa sistem WIM yang lainnya ▪ Lebih murah bila sensor digunakan untuk jangka waktu yang lama ▪ Sensor sangat akurat ▪ Sensor tidak sensitif terhadap suhu ▪ Telah banyak dikembangkan	▪ Lebih mahal dari teknologi piezo yang lain ▪ Membutuhkan multi-sensor per lajur ▪ Membutuhkan perawatan lebih intensif ▪ Sensor tidak berumur panjang ▪ Akurasi dipengaruhi oleh struktur jalan
4	Bending Plate	▪ Frame sensor terpisah dari struktur perkerasan ▪ Cocok terhadap semua jenis ban ▪ Biaya sedang ▪ Sensor tidak sensitif terhadap suhu ▪ Teknologi telah tersebar	▪ Instalasi lebih lama dibandingkan sistem piezo ▪ Beberapa pernah mengalami kegagalan, walaupun yang lainnya dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama
5	Load Cell	▪ Cocok terhadap semua jenis ban ▪ Seringkali dianggap sebagai teknologi WIM konvensional yang paling akurat ▪ Beberapa sistem dapat berumur panjang	▪ Sistem WIM termahal ▪ Membutuhkan kontruksi yang rumit ▪ Biaya yang efektif jika dipasang dan dirawat untuk jangka waktu yang lama

6	Fiber Optic	Teknologi baru	- Teknologi baru, belum teruji - Belum didukung oleh pabrik - Akurasi terpengaruh oleh struktur jalan
7	Subsurface Frame Strain-Gauge System	Sistem dirancang untuk menghilangkan dampak beban pada sensor, meningkatkan ketahanan alat	- Teknologi terbaru, sedang diuji di AS - Akurasi dari output menggunakan software yang ada - Akurasi terpengaruh jika struktur perkerasan bervariasi - Mahal, instalasi memakan waktu yang lama
8	Multiple Sensor Systems (Piezo, Bending Plate)	- Penambahan sensor menambah akurasi, sementara yang lainnya tetap - Performa sistem sedikit berkurang jika satu sensor rusak, tapi meningkatkan kehandalan sistem	- Penambahan sensor menambah kemungkinan salah satu sensor rusak - Sensor dalam jumlah banyak akan memakan waktu dan biaya lebih besar`
9	Bridge WIM (Includes CULWAY)	- Platform membatasi dampak getaran kendaraan - Pengembangan telah dilakukan oleh Eropa pada versi AS	- Hanya menjamin bekerja dengan baik pada rancangan portal yang terbatas - Tidak dipasarkan di AS
10	Capacitance Mats	- Biaya sensor murah - Frame sensor terpisah dari struktur perkerasan	Konfigurasi biasa

2.7 Pertimbangan Pemilihan Metoda

Metoda penimbangan kendaraan yang bervariasi memberikan pilihan untuk pemenuhan kebutuhan data beban gandar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam penentuan metoda penimbangan kendaraan antara lain:

1. Karakter volume lalu lintas dan komposisi kendaraan
2. Perilaku pengguna jalan di sekitar lokasi penimbangan
3. Harga sensor dan biaya instalasi
4. Kemampuan sensor
5. Kebutuhan pendukung sensor
6. Regulasi lalu lintas yang berlaku di lokasi
7. Karakter lokasi dan ruas jalan untuk instalasi

8. Sensitivitas sensor terhadap beberapa faktor seperti: iklim, pergerakan kendaraan, volume dan kecepatan
9. Umur layanan atau durabilitas dari sensor
10. Ketahanan kemampuan sensor apabila terjadi kerusakan bagian sensor mengalami kerusakan

2.8 Kalibrasi

Sebelum pelaksanaan penimbangan atau instalasi sensor, hal yang harus dipastikan adalah keakuratan pembacaan melalui proses kalibrasi. Beberapa alat penimbangan saat ini telah dilengkapi dengan fasilitas auto calibrate, dimana kalibrasi dilakukan sendiri oleh alat dengan mengukur beberapa kendaraan uji dalam interval tertentu sehingga diketahui nilai atau faktor kalibrasi untuk sensor.

Kalibrasi merupakan suatu tahapan penting yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa sensor atau alat pembaca yang akan digunakan dalam kegiatan penimbangan .

2.9 Teknologi Pengumpulan Data Beban Kendaraan dan Perkembangannya

Pemilihan metoda berdasarkan lokasi (fungsi jalan dan pertimbangan adanya titik survai permanen)

Pembahasan teknik survai beban kendaraan :

1. Otomatis
 - a. High speed WIM
 - i. Bending plate
 - ii. Piezo
 - iii. Quartz
 - iv. Transducer manapun salah
 - b. Low speed WIM
 - i. Bridge “strain gauge” (Temporary and permanent)

ii. Weighpad

2. Manual

- a. Wheel weighing scale (temporary)
- b. Crane

Penjelasan metoda dilengkapi dengan minimum durasi penimbangan

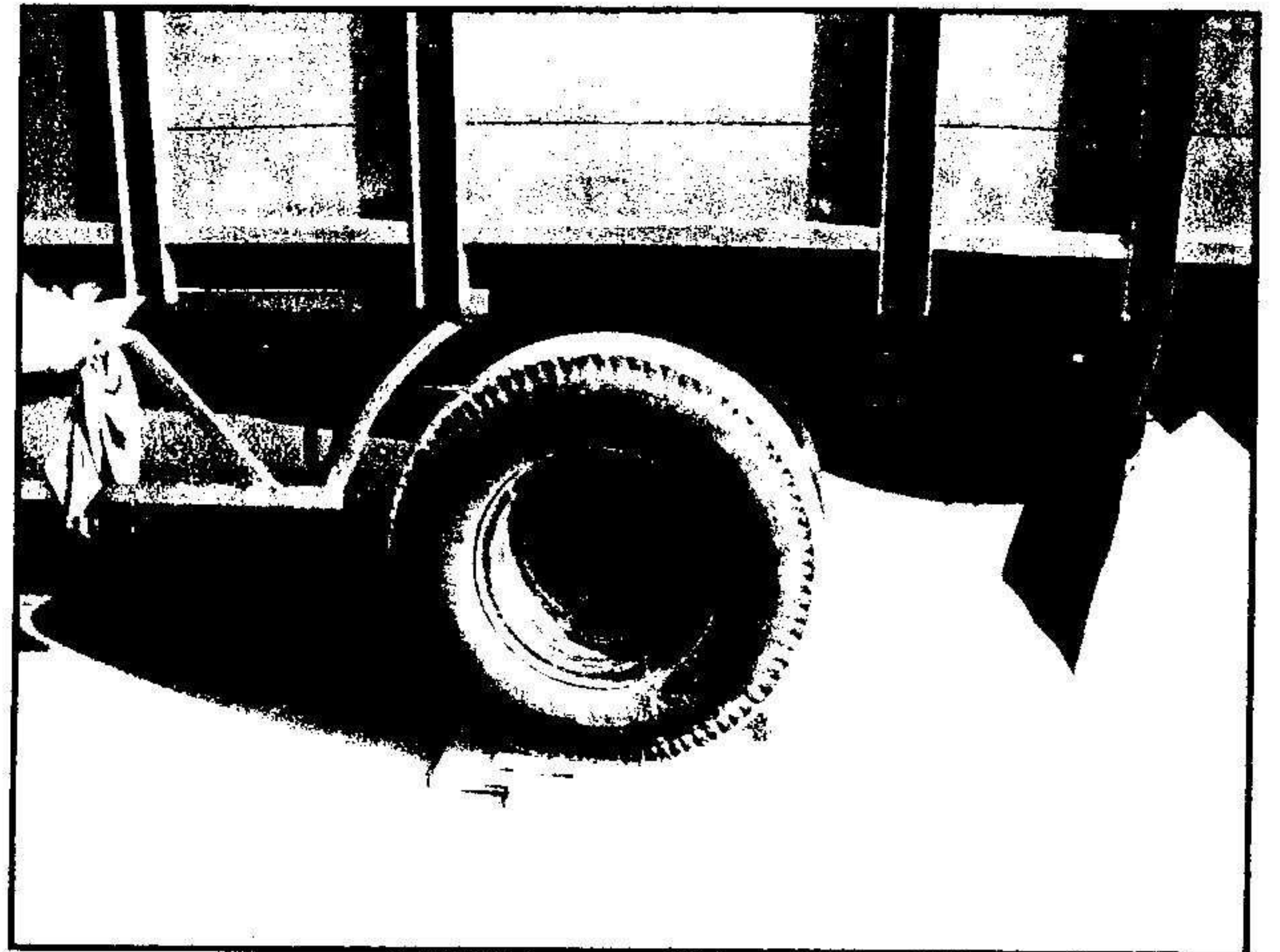
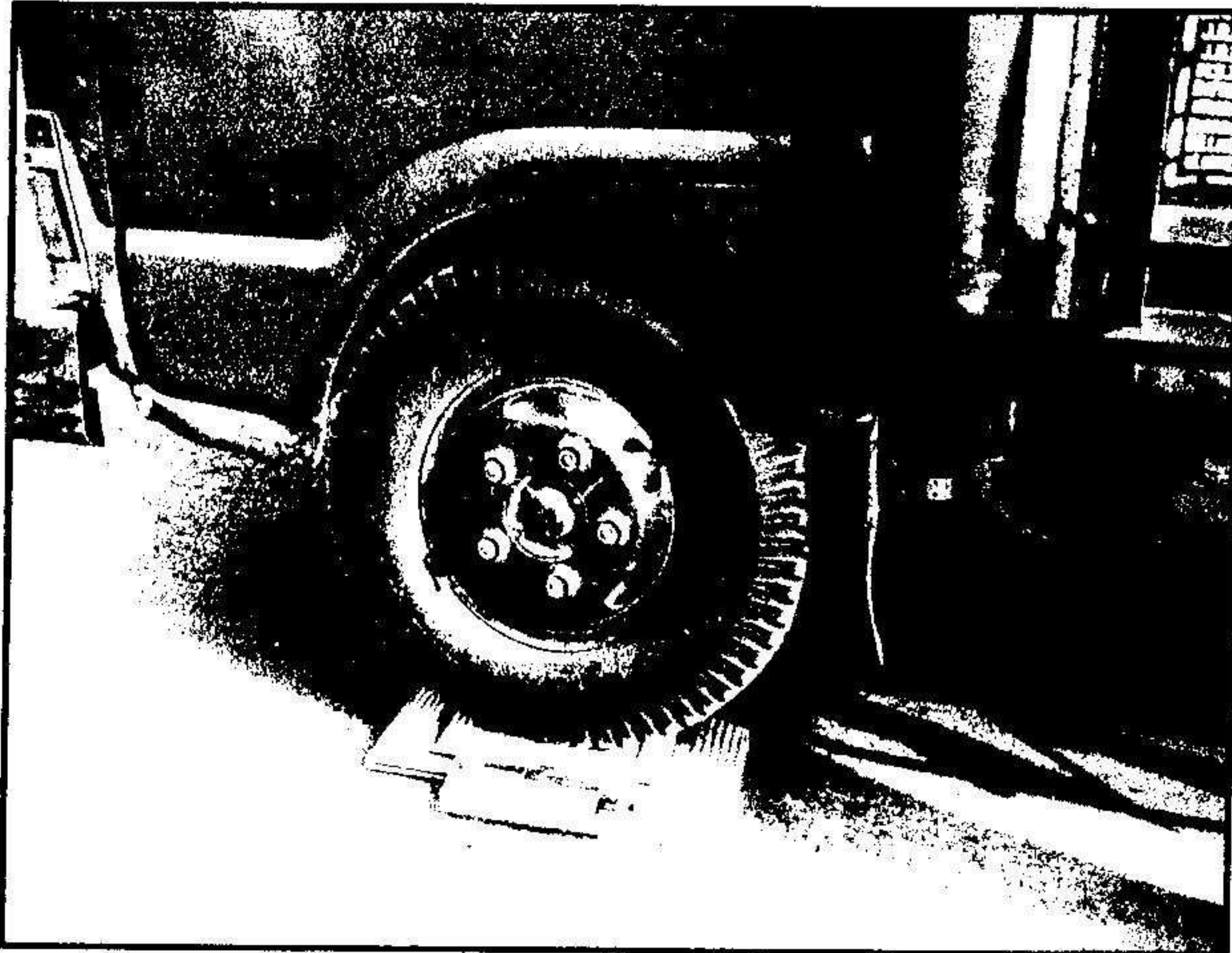
2.9.1 Weighpads Portable / Pengukuran Beban Statis

Weighpads portabel adalah alat pengukuran beban kecil yang dapat digunakan untuk mengukur beban roda tunggal atau beban sumbu kendaraan . Keuntungan dari alat ini yaitu dapat dipasang di mana saja dengan biaya yang relatif rendah, itu sebabnya alat ini yang paling sering digunakan untuk survei beban sumbu. Kelemahan dari alat ini adalah:

- a. Pengukuran beban dilakukan di pinggir jalan, dimana faktor keamanannya lebih kecil jika dibandingkan dengan dengan pengukuran beban di dalam suatu tempat khusus.
- b. Kemungkinan besar akan terjadi gangguan pada kelancaran lalu lintas jalan.
- c. Proses pengukuran beban lebih lama daripada pengukuran yang dilakukan jembatan timbang, maka jumlah sampel kendaraan yang terukurpun akan lebih sedikit.

Ada berbagai jenis weighpad di seluruh dunia, bervariasi dalam ukuran, fasilitas dan biaya. Bervariasi dalam desainnya yang meliputi tampilan pembacaan (misalnya dial atau LCD digital, kemampuan untuk terhubung dengan weighpads secara bersamaan (untuk membaca beban sumbu daripada dua beban roda yang terpisah), masih menggunakan kabel-kabel penghubung, kapasitas baterai dan umur pemakaian, kemampuan dalam menyimpan data, kemampuan untuk mencetak data dan metode dalam mengunduh data ke komputer.

Banyaknya perbedaan dari jenis weighpad namun pada dasarnya hanya perbedaan dalam hal kenyamanan dan tujuan penggunaannya, namun yang penting adalah rentang penimbangan weighpad cukup untuk menimbang gandar terberat, karena kita harus mempertimbangkan terjadinya kasus overloading .



Gambar 2-10 Timbangan Ban Depan dan Ban Belakang Truk Engkel



Gambar 2-11 Timbangan Ban Depan dan Ban Belakang Mobil Penumpang

Hal penting yang harus dilakukan adalah mengkalibrasi alat secara berkala dengan menggunakan kendaraan yang sama dari beban sumbu yang sudah dikenal sebelumnya.

2.9.2 Weighbridges / Jembatan Timbang

Jembatan timbang adalah seperangkat alat untuk menimbang kendaraan barang/truk yang dapat dipasang secara tetap atau alat yang dapat dipindah-pindahkan (portable) yang digunakan untuk mengetahui berat kendaraan beserta muatannya digunakan untuk pengawasan jalan ataupun untuk mengukur besarnya muatan pada industri, pelabuhan ataupun pertanian sebenarnya istilah yang benar adalah Timbangan Jembatan.

2.9.2.1 Fungsi Jembatan Timbang

Fungsi Jembatan Timbang dilihat dari Aspek :

- **Dasar Hukum**

Dasar Hukum adalah KM 5 Tahun 1995 tentang Penyelenggaraan Penimbangan Kendaraan Bermotor di Jalan.

- **Fungsi pemantauan**

Hal ini dilakukan untuk melihat gelagat atau tren lalu-lintas angkutan barang dan kelebihan muatan. Tentu saja dengan perkembangan yang pesat jenis kendaraan, maka jembatan timbang yang lama tidak mampu lagi memantau lalu lintas angkutan barang dewasa ini, karena jembatan timbang lama memiliki kapasitas rendah dan timbangan yang pendek.

- **Fungsi pengawasan**

Lalu-lintas angkutan barang perlu diawasi tonasenya dan jenis barangnya, agar Pemerintah dapat mengawasi permintaan dan penawaran dari barang tersebut.

- **Fungsi penindakan**

Tiap jalur atau ruas jalan mempunyai kelas jalan, yang berarti kemampuan daya dukung jalan berdasarkan Keputusan Menteri. Untuk menjaga kerusakan jalan perlu dilakukan penindakan berdasarkan berat tonase yang diijinkan, berikut toleransinya, di mana kendaraan bermotor tidak boleh melebihi muatan, pada jaringan jalan masing-masing pulau berikut ini. Dengan ketentuan ini, maka kendaraan yang melebihi muatan akan ditindak sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Berkaitan dengan kebijaksanaan Pemerintah dalam menanggulangi muatan lebih melalui penetapan kelas jalan:

1. Kep. Menhub No. KM 55 tahun 1999 tentang Penetapan Kelas Jalan di Pulau Jawa
2. Kep. Menhub No. KM 1 tahun 2000 tentang Penetapan Kelas Jalan di Pulau Sumatera,
3. Kep. Menhub No. KM 13 tahun 2001 tentang Penetapan Kelas Jalan di Pulau Sulawesi,
4. Kep. Menhub No. KM 1 tahun 2003 tentang Penetapan Kelas Jalan di Pulau Kalimantan,

2.9.2.2 *Macam-macam bentuk Jembatan Timbangan*

- Jembatan timbang konvensional

Jembatan timbang konvensional terdiri dari suatu platform untuk menimbang seluruh kendaraan beserta muatannya, sehingga dibutuhkan platform sepanjang 10 meter sehingga keseluruhan as roda truk rigid dapat berada dalam platform, sedangkan untuk gandengan dan tempelan biasanya ditimbang terlebih dahulu truk penarik kemudian baru dilakukan penimbangan terhadap kereta gandengan atau keretakereta tempelannya.

- Jembatan timbang sumbu

Adalah timbangan yang menimbang muatan sumbu, dimana masing-masing sumbu ditimbang satu persatu kemudian untuk mengetahui berat keseluruhan truk dilakukan perjumlahan.

- Jembatan timbang portabel

Merupakan timbangan yang bisa dipindah-pindahkan, dapat berupa timbangan untuk masing-masing roda atau untuk seluruh kendaraan sekaligus.

- Jembatan timbang modern

Sehubungan dewasa ini *konfigurasi kendaraan* dan *arus lalu-lintas yang tinggi*, maka diperlukan jembatan timbang modern. Jembatan timbang modern ini harus secara otomatis menimbang kendaraan yang lewat, yaitu dengan timbangan elektronik digital yang komputerisasi, artinya secara otomatis kendaraan akan ditimbang secara keseluruhan dan batas-batas toleransi pelanggaran yang diijinkan. Misalnya, secara bertahap pelanggaran akan dikurangi dimulai toleransi kelebihan muatan 70%, kemudian 50%, selanjutnya 30%, dst. Hal ini dimungkinkan dengan program komputer secara bertahap diubah. Di Indonesia,

sebenarnya akan dimulai pada Jembatan Timbang Losari (Cikampek).

2.9.2.3 Fasilitas Jembatan Timbang

Fasilitas jembatan timbang umumnya terdiri atas:

- Komplek jembatan timbang dan diberi pagar keliling
- Jalur keluar-masuk kendaraan yang akan ditimbang
- Platform jembatan timbang
- Bangunan operasional jembatan timbang, yang terdiri atas: ruang operator timbangan, ruang administrasi, ruang kepala, WC/Kamar Mandi, Ruang istirahat petugas, ruang rapat, dapur, gudang genset atau peralatan.

Untuk jembatan timbang yang jauh dari kota, maka diperlengkapi dengan mess petugas. Selain itu juga ada fasilitas olah raga (badminton/pimpong), tempat ibadat (mushola, kapel).

Selanjutnya untuk memenuhi penegakkan hukum, maka di dalam komplek jembatan timbang tersebut tersedia gudang atau pelataran penumpukan untuk menyimpan barang kelebihan muatan yang ditindak.

2.9.2.4 Proses Penimbangan

1. Proses Penimbangan Kendaraan Secara Konvensional

Dalam memproses penimbangan kendaraan, maka dilakukan sebagai berikut:

- Kendaraan masuk komplek jembatan timbang melalui jalur masuk
- Kendaraan berhenti di atas platform untuk ditimbang
- Petugas timbang mengaktifkan timbangan untuk dilihat berat kendaraan.
- Untuk jembatan timbang modern, petugas kemudian memasukkan data JBB/JBKB kendaraan, dan komputer menghitung secara otomatis.
- Kalau hasilnya bahwa terjadi kelebihan muatan, maka sopir/kenek kemudian membayar denda sesuai dengan kelebihan muatan.
- Namun kalau kelebihan muatan terlalu besar sesuai peraturan, maka kendaraan kemudian memasuki jalur gudang/palataran penyimpanan muatan lebih, dan kendaraan memasuki jalur timbangan untuk ditimbang sekali lagi, kalau masih kelebihan muatan masuk ke palataran penumpukan barang,
- Kalau sudah OK, kendaraan keluar melalui jalur keluar,

2. Proses Jembatan Timbang Modern

Pada jembatan timbang modern terdapat dua deteksi penimbangan (lihat contoh di bawah ini).

- Penimbangan awal. Kendaraan masuk pada alat deteksi awal, di mana secara otomatis kendaraan yang kelebihan muatan yang berlebihan sekali terdeteksi yang tidak masuk dalam toleransi, dan harus masuk jalur pembongkaran untuk membongkar kelebihan muatan, kemudian masuk lagi ke deteksi awal.
- Penimbangan Kendaraan. Kendaraan yang sudah OK masuk jalur penimbang dan berhenti di platform untuk ditimbang. Kalau masih didapatkan kelebihan muatan yang masuk dalam toleransi, maka sopir/kenek bayar denda dan retribusi, atau yang OK terus keluar setelah membayar retribusi.

2.9.2.5 Batasan Muatan dan Toleransi Muatan Lebih

Penindakan toleransi muatan lebih perlu diambil sebagai kebijaksanaan penindakan muatan lebih, hal ini disebabkan karena tidak mungkin Pemerintah dengan seketika menindak kendaraan yang bermuatan lebih sesuai batas muatan kelas jalan. Secara berangsur-angsur muatan akan disesuaikan dengan batas sesuai kelas jalan. Misalnya untuk tahap pertama diberikan toleransi 70%, artinya sebuah kendaraan masih diberikan dispensasi muatan 170% dengan batas kelas jalan. Secara berangsur toleransi muatan akan dikurangi menjadi 50%, kemudian 30%, dst.

Misalnya sebuah truk dengan konfigurasi 1 - 2.2 atau Truk Tronton dan 1 - 2.2 - 2.2.2 atau trailer pada Jalan Kelas II masing-masing diberi JBI 22 ton dan 43 ton (lihat Tabel di bawah ini) [3], berarti dengan toleransi 70% untuk Kelas II muatan menjadi $170\% \times 22 \text{ ton}$ sama dengan 37,4 ton, dan $170\% \times 43 \text{ ton}$ sama dengan 73,1 ton,

Ini berarti pada toleransi 70% untuk Truk Tronton 1 - 2.2 dengan muatan 50 ton dan Trailer 1 - 2.2 - 2.2.2 dengan muatan 90 ton, masing-masing kelebihan muatan 12,6 ton dan 16,9 ton harus dibongkar di lapangan penumpukan barang atau gudang.

Seperti diketahui toleransi 70% adalah untuk keadaan sekarang, sedangkan rencananya Pemerintah akan mengurangi secara bertahap dan akhirnya diizinkan hanya 10% saja toleransi kelebihan muatan.

Tabel 2-5Tabel JBI untuk masing-masing konfigurasi kendaraan

Konfigurasi sumbu	Jumlah sumbu	Jenis	JBI Kelas II	JBI Kelas III
1 - 1	2	Truk Engkel	12 ton	12 ton
1 - 2	2	Truk Besar	16 ton	14 ton
1 - 2.2	3	Truk Tronton	22 ton	20 ton
1.1 - 2.2	4	Truk 4 sumbu	30 ton	26 ton
1 - 2 - 2.2	4	Trailer	34 ton	28 ton
1 - 2.2 - 2.2	5	Trailer	40 ton	32 ton
1 - 2.2 - 2.2.2	6	Trailer	43 ton	40 ton

Sumber: Ditjen Perhubungan Darat

Petugas Operasional Jembatan Timbang

Dalam sehari-hari operasional jembatan timbang diperlukan petugas operasional kerja shift selama 24 jam selama 7 hari kerja seminggu (3 shift masing-masing 8 jam):

- Kepala tugas operasional
- Petugas pengatur lalu-lintas pada jalur masuk dan keluar
- Petugas pengatur pada paltform untuk mengatur berhenti atau jalan
- Petugas timbang
- Petugas administrasi denda
- Pesuruh khusus

Karyawan Jembatan Timbang

Selain petugas operasional harian, maka jembatan timbang juga mempunyai karyawan yang bekerja di hari kerja saja:

- Kepala Jembatan Timbang
- Karyawan Administrasi

Pesuruh, dan karyawan kebersihan dan pemelihara jembatan timbang dengan peralatanya

2.9.3 Weigh in Motion

Pengukuran beban gandar kendaraan dilakukan untuk mendapatkan data berat dari masing-masing gandar sesuai dengan konfigurasi kendaraan. Cara kerja alat untuk pengukuran beban gandar tersebut dengan cara bergerak (*Weigh in Motion*), yaitu pengukuran dilakukan tanpa kendaraan diberhentikan, sehingga proses penimbangan tidak mengganggu arus lalu lintas.

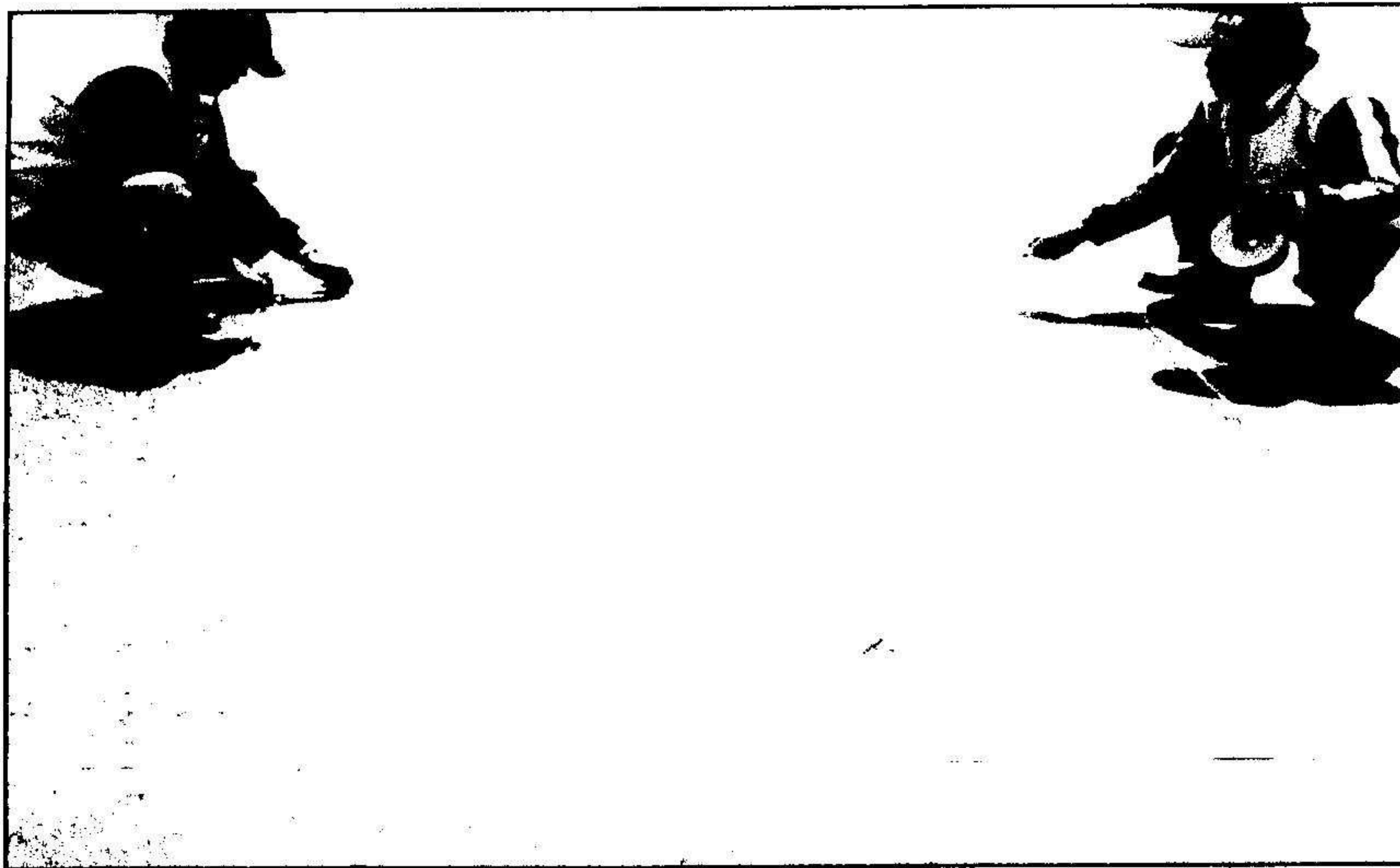
WIM merupakan alat dengan kemampuan dapat mendeteksi jenis kendaraan, beban as kendaraan, dan konfigurasi sumbu kendaraan. Klasifikasi kendaraan yang dipakai alat pengukur WIM System bisa disesuaikan dengan klasifikasi Bina Marga, seperti yang dikelompokkan dalam pencacahan lalu lintas kendaraan

Pengumpulan data beban gandar kendaraan dengan metode WIM dilakukan secara otomatis dengan menggunakan alat pembaca beban dan dimensi kendaraan yang dipasang diatas permukaan perkerasan jalan, alat ini akan bekerja membaca dan menimbang setiap kendaraan yang melintasinya.

Pada penimbangan dengan metode *Weigh in Motion* digunakan 2 jenis sensor pembaca yang keduanya dipasang secara berdekatan. Sensor pembaca tersebut terdiri atas

a. Loop

Sensor ini berupa kabel yang dipasang dalam bentuk empat persegi panjang ukuran 2 x 1 meter dalam perkerasan jalan. Untuk 1 arah 1 lajur dibutuhkan 2 loop yang terpasang. Untuk instalasi sensor loop diperlukan bahan perekat/double tape untuk kabel dan dilapisi oleh lakban hitam khusus. Pembuatan loop untuk mengitari 4 putaran untuk 1 loop, kabel tersebut terlihat pada Gambar 3-3.



Gambar 2-12 Pemasangan Kabel Loop

b. WIM strip

Wim strip merupakan sensor pembaca gandar kendaraan, berat antar gandar dan berat keseluruhan kendaraan. Sensor ini berbentuk pelat alumunium yang dibalut karet sehingga dapat diletakkan dan direkatkan pada permukaan perkerasan.

Perekaman yang dilakukan akan dikirim kedalam data logger berupa data jumlah gandar kendaraan, jarak antar gandar kendaraan, berat setiap gandar dan berat total kendaraan tersebut. Wim strip terlihat pada Gambar 3-4 dibawah ini.



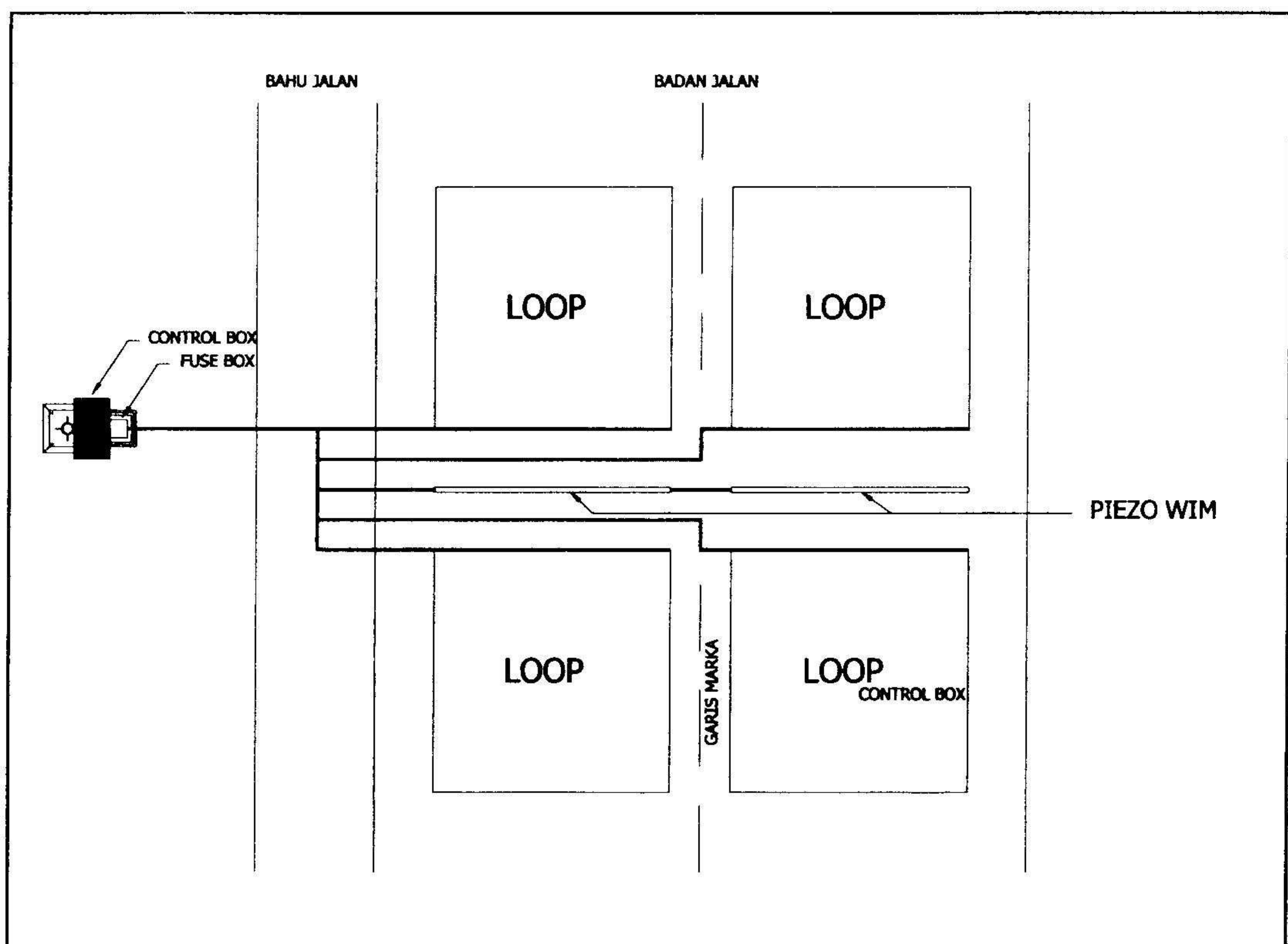
Gambar 2-13 Pengecekan Wim Strip

- **Peralatan Pencatat dan Penyimpan Data Beban dan Jumlah Kendaraan**

Alat perekam dan pengolah data yang digunakan survei WIM ini adalah data logger Marksman 660 - Golden River WIM, Counting and Clasifier. Alat tersebut akan menyalin dan menyimpan seluruh data tentang kendaraan yang terbaca oleh sensor kedalam memori yang terintegrasi dengan prosessor.

Data hasil pengukuran dari setiap kendaraan dan interval waktu akan direkam dan disimpan kedalam memori, Interval waktu yang digunakan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengambilan data, pada survai ini digunakan interval *Daily* sehingga data yang direkam akan disalin setiap hari (24 jam) kedalam 1 file. Proses pencatatan data yang digunakan adalah *Vehicle by vehicle* sehingga alat akan mencatat setiap kendaraan yang melintasi sensor.

Layout penempatan sensor dan alat (data logger) digambar dalam Gambar 2-14



Gambar 2-14 Skema Pemasangan Sensor Dan Data Logger

2.10 Kehandalan Masing-masing Metode Pengumpulan Data

2.10.1 Kelebihan Metode WIM:

1. Tingkat Pengolahan. Kendaraan berat dapat ditimbang pada kecepatan yang tinggi yang menghasilkan jumlah kendaraan yang diukur secara signifikan lebih banyak dibandingkan dengan penimbangan statis.
1. Keselamatan. Menggunakan metode WIM akan secara signifikan mengurangi antiran kendaraan berat saat memasuki lokasi penimbangan.
2. Pemrosesan data yang menerus. WIM dapat melakukan penimbangan yang menerus sejalan dengan arus kendaraan.
3. Meningkatkan cakupan penimbangan dan biaya murah. Lebih banyak lokasi yang dapat dimonitor dengan biaya yang relatif sama
4. Menurunkan kemungkinan menghindari penimbangan. WIM dapat memonitor arus kendaraan berat tanpa memberikan informasi kepada supir bahwa akan ada penimbangan. Hal ini sangat penting untuk mendapatkan gambaran overloading.
5. Data pembebanan dinamis. Tidak seperti penimbangan statis, WIM dapat merekam informasi beban sumbu dinamis, yang secara signifikan lebih besar dari beban statis.

2.10.2 Kelemahan Metode WIM

1. Metode WIM kurang cocok bila diterapkan pada lokasi macet lalu lintas
2. Pola pergerakan kendaraan harus teratur karena sensor hanya akan membaca kendaraan yang tepat menginjak sensor piezo dan loop.
3. Penempatan sensor piezo harus tepat pada pola pergerakan ban kendaraan.
Sensor piezo akan rusak bila bagian ujung sensor terlintasi oleh kendaraan.

2.11 Perencanaan Pengumpulan Data Beban

Dalam perencanaan perlu dilakukan beberapa persiapan untuk mendukung pelaksanaan kegiatan survai. Hal-hal yang perlu dilakukan adalah :

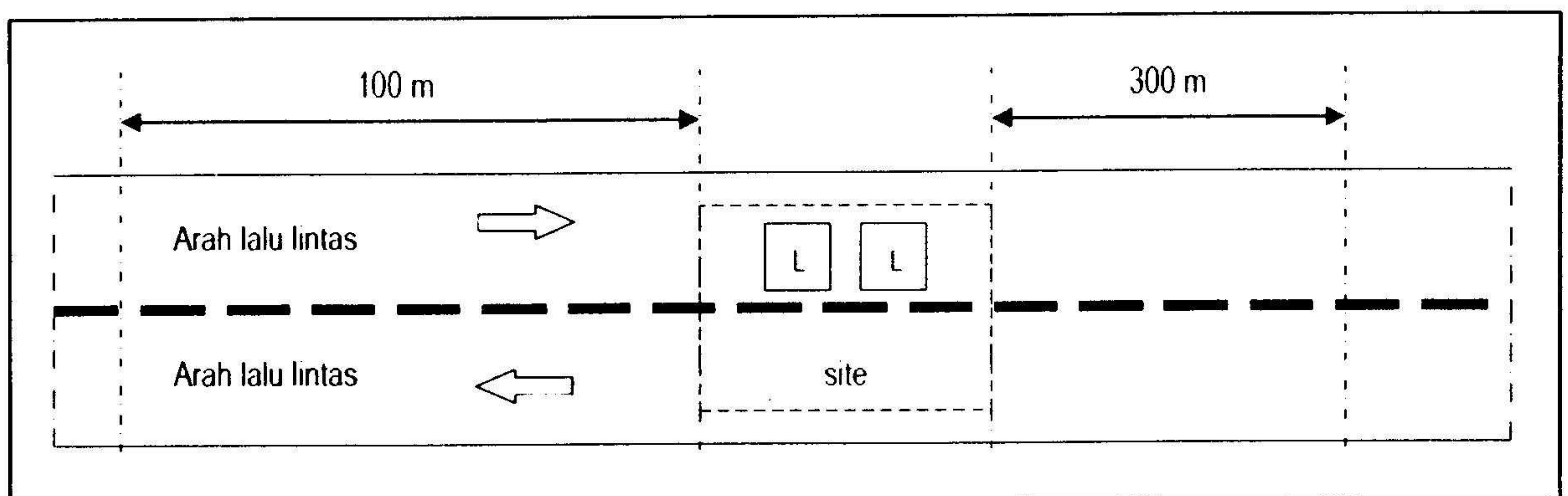
1. Desk Study

Dalam kegiatan ini melakukan kajian dalam penentuan lokasi survai dengan mempertimbangkan beberapa aspek teoritis , peraturan yang berlaku dalam

penentuan jalan, mempelajari karakteristik jenis kendaraan dan lalulintas lokasi survei, kondisi geometrik jalan.

Pemilihan site yang tepat, merupakan faktor utama yang mempengaruhi kinerja alat dan kualitas data yang didapat selama pengukuran. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan site antara lain :

1. Ruas jalan yang akan dipilih sebagai site harus :
 - a. Lurus, minimal 100 meter menjelang site dan 300 meter setelah site;
 - b. Rata, kelandaian maksimum tidak melebihi 2% pada arah vertikal dan horizontal;
 - c. Site yang dipilih tidak berada atau di sekitar tikungan, jembatan, perbaikan jalan atau pergantian jenis perkerasan jalan;
 - d. Apabila terdapat tikungan maka penempatan site tidak kurang dari 500 meter dari tikungan terdekat.



Gambar 2-15 Layout Pemilihan Site

2. Site yang dipilih berada pada jalan dengan arus bebas atau tanpa hambatan seperti belokan, persimpangan, traffic light, akses masuk pabrik atau pertokoan, sehingga kendaraan yang melewati site tidak melakukan perubahan kecepatan dan manuver;
3. Permukaan perkerasan harus halus dan rata sejauh 100 meter menjelang site dan 300 meter setelah site;
4. Permukaan di sekitar site baik material aspal atau beton tidak memiliki keretakan dan untuk site pada material beton penempatannya harus dalam 1 slab beton (tidak ditempatkan pada sambungan beton);
5. Site yang dipilih harus memenuhi kecepatan konstan antara 50 – 100 km/jam;

2. Pemeriksaan Instrumen, Bahan

Kesiapan alat-alat dan segala instrumen harus diperhatikan sebelum survei dilaksanakan.

Bahan-bahan yang diperlukan :

- Kabel loop
- Lakban hitam
- Cushion Layer
- Rubber BaseAdhesive
- Benang kasur
- Paku
- Bensin

Alat-alat yang diperlukan :

- Sensor Piezo
- Logger
- 1 unit komputer / laptop
- Batre Accu
- Penggaris
- Palu
- Cutter
- Sapu
- Lap Pel
- Lampu sorot penerang jalan
- Traffic cone
- Rambu-rambu lalulintas
- Lampu isyarat
- Genset

Personil :

- 5 orang

Dalam proses installasi sensor loop dan piezo di lapangan, untuk pekerjaan penutupan jalan dari setiap arah pergerakan lalulintas diperlukan bantuan dari Polisi karena disesuaikan dengan karakter pengguna jalan di Indonesia lebih patuh kepada Polisi.

3. Survai Pendahuluan

Pelaksanaan survai pendahuluan dilakukan berbarengan dengan pelaksanaan survai ke lapangan dimana penentuan titik lokasi survai disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Titik lokasi selain sudah sesuai dengan hasil syarat dan kesepakatan dari kegiatan desk study, perlu juga diperhatikan faktor keamanan dan keselamatan alat dan team survai.

2.12 Pelaksanaan Pengumpulan Data Beban

Persiapan Pengukuran

1. Kalibrasi

Kegiatan kalibrasi terdiri dari persiapan dan pemeriksaan seluruh peralatan yang akan digunakan dalam kegiatan pengukuran, kalibrasi yang dimaksud adalah kegiatan untuk memastikan keakuratan pembacaan sensor serta setting alat (data logger).

Kalibrasi dapat dilakukan langsung di lapangan atau ditempat lain sebelum pelaksanaan kegiatan pengukuran di lapangan, pada instruksi kerja ini disarankan pelaksanaan kalibrasi dilakukan sebelum pelaksanaan pengukuran di lapangan, dimana kalibrasi dilakukan pada ruas jalan yang tertutup (tidak dilalui oleh kendaraan lain selain kendaraan uji)

Tahapan pelaksanaan kalibrasi terdiri dari :

1. Pembuatan loop dan instalasi sensor wim

Persyaratan ruas jalan yang akan digunakan dalam kegiatan kalibrasi antara lain :

- a. Lurus, minimal 100 meter menjelang site dan 300 meter setelah site serta terdapat ruang untuk memutar kendaraan uji.
- b. Rata, kelandaian maksimum tidak melebihi 2% pada arah vertikal dan horizontal

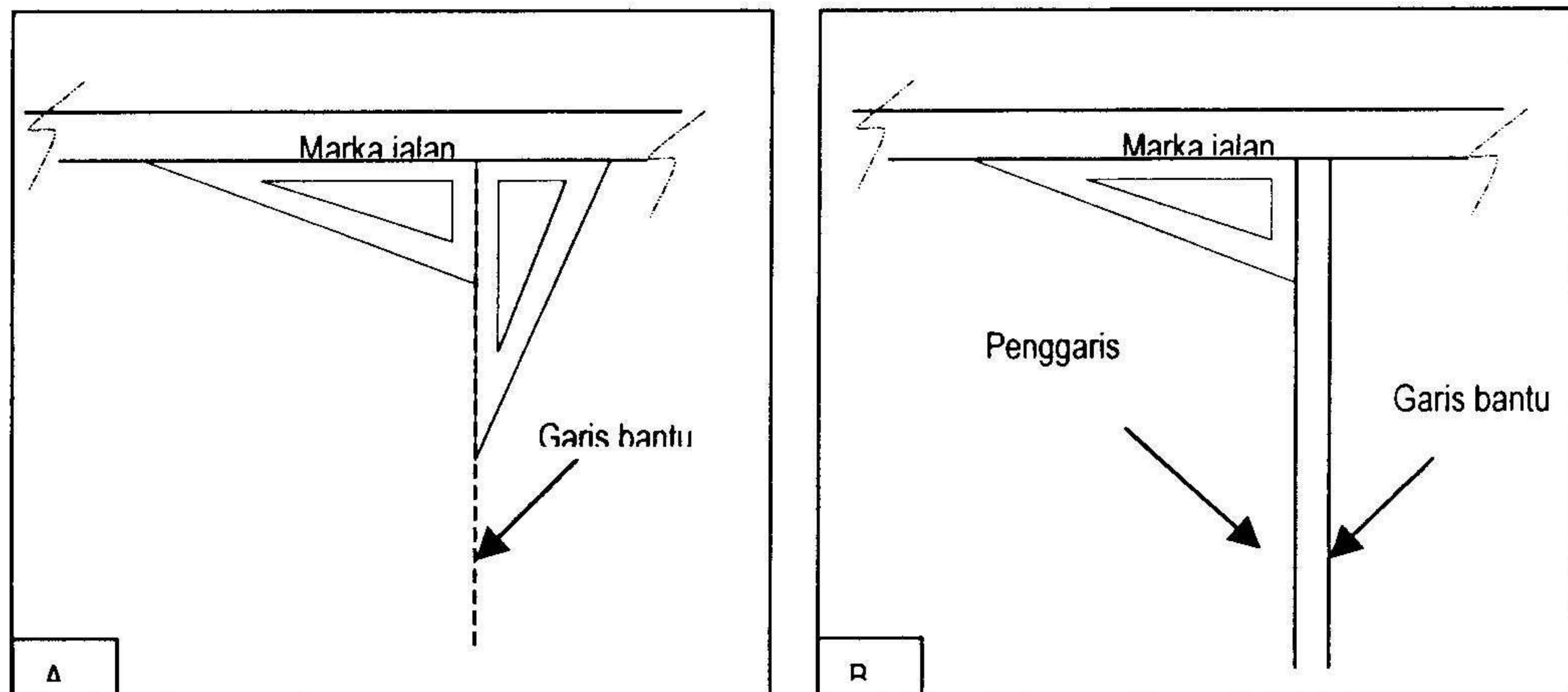
Kegiatan pertama adalah membuat pola untuk pemasangan sensor loop dan wim strip, terdapat dua cara dalam pembuatan pola yakni :

Cara I

1. Buat garis bantu sejajar dengan bahu jalan (perkerasan) sebagai acuan untuk membuat pola loop, apabila tersedia marka gunakan marka sebagai garis acuan.

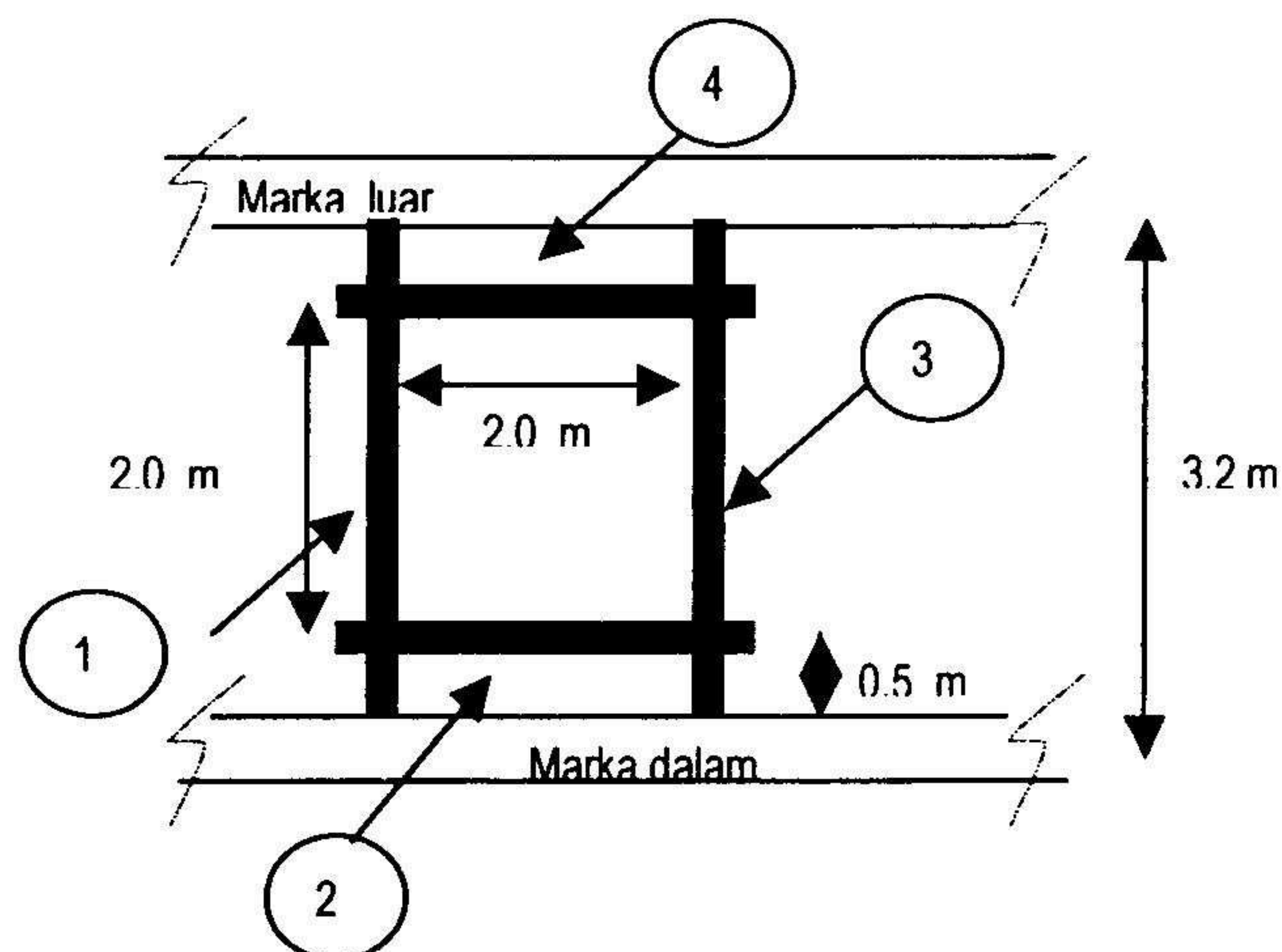
Gunakan penggaris segitiga untuk menarik garis tegak lurus terhadap badan jalan dengan marka sebagai acuan.

Gunakan Kapur tulis atau benang kasur yang dipakukan ke permukaan perkerasan untuk memberi tanda garis bantu, kemudian pasang SLK pada tengah-tengah garis bantu tersebut, seperti terlihat pada gambar 1 A & B



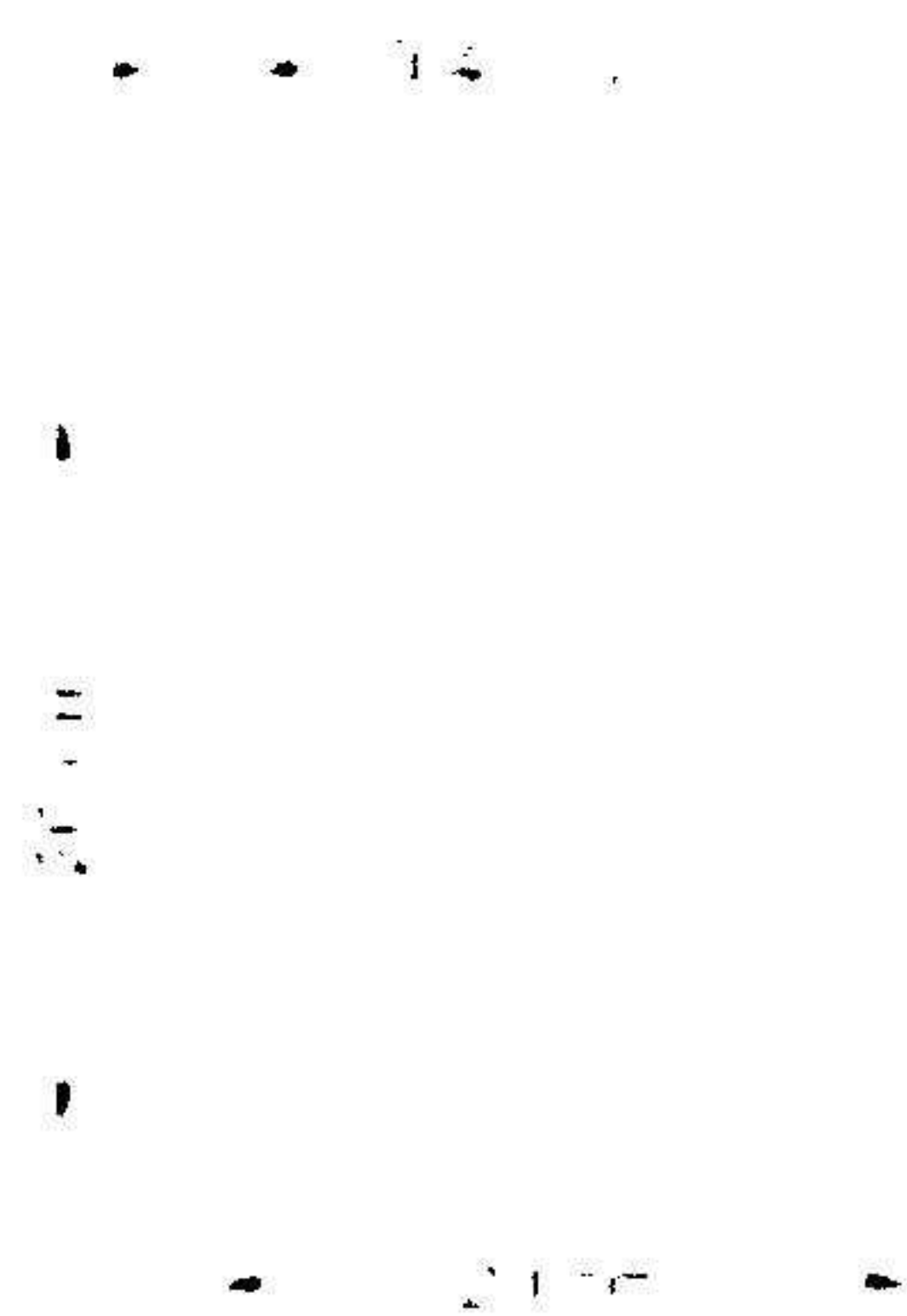
Gambar 2-16 Pembuatan garis bantu tegak lurus dengan acuan marka jalan

- Setelah SLK terpasang tegak lurus sepanjang lebar perkerasan, buatlah garis tegak lurus kembali terhadap SLK ,apabila lebar efektif lajur (jarak dari tengah/as marka sisi dalam dan luar) sekitar 3.2 m, maka garis bantu kedua berada sekitar 50 cm dari as marka, ulangi langkah yang sama sehingga terbentuk bujur sangkar dengan ukuran 2.0 x 2.0 meter.



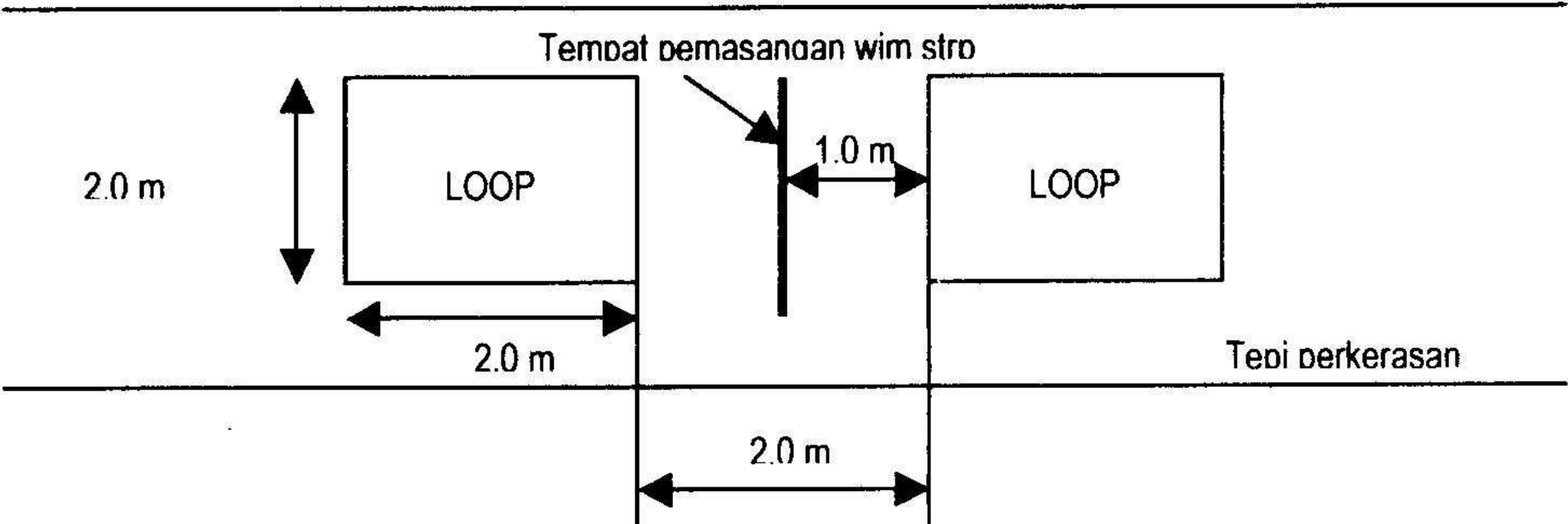
Gambar 2-17 Dimensi dan letak loop

Buat garis memotong dengan sudut 45 derajat terhadap pola loop dengan jarak 20 cm dari setiap sisi pola loop seperti terlihat padagambar 2-18



Gambar 2-18 Pembuatan pola ujung slot loop

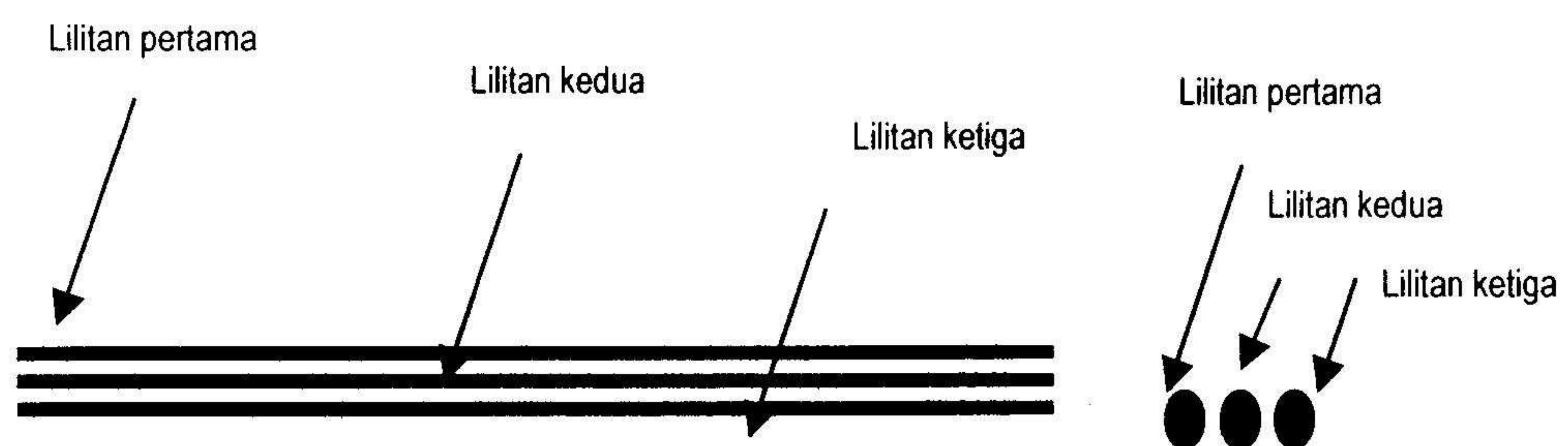
3. Buat bujur sangkar yang sama sejajar bujur sangkar sebelumnya dengan jarak 2meter , kemudian tarik garis tegak lurus tepat ditengah kedua loop (1.0 m) dari sisi loop untuk penempatan wim strip , beri tanda yang sama menggunakan kapur tulis atau cat semprot



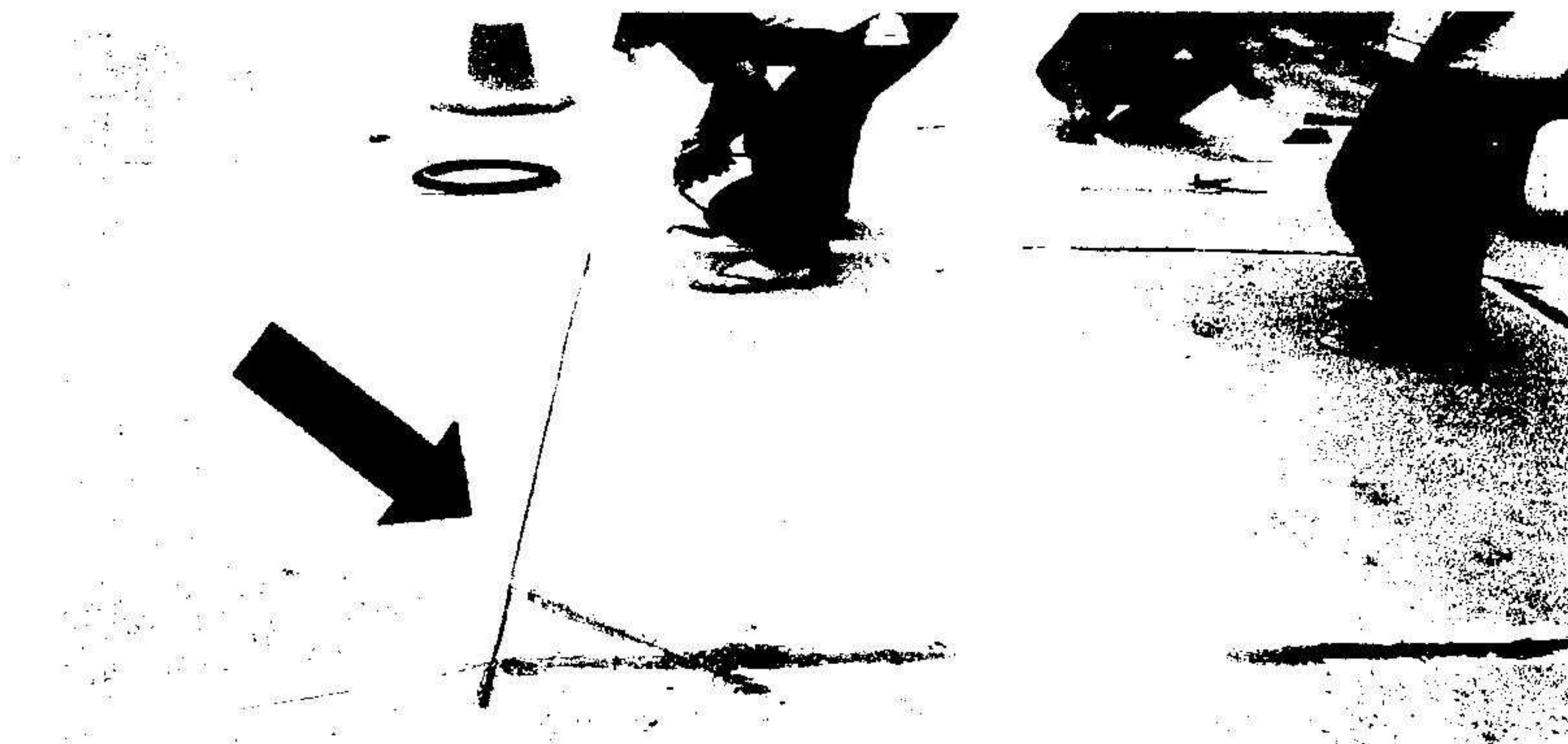
Gambar 2-19 Layout keseluruhan pola loop dan wim strip

4. Setelah seluruh bagian loop diberi SLK, buka kertas penutup perekat SLK , Kemudian buat lilitan loop menggunakan kabel mengikuti bentuk atau pola dengan cara memasang kabel pada permukaan SLK sebanyak 3 kali putaran.

Pada tahapan ini perlu diperhatikan terlebih dahulu letak serta jarak loop dan data loger, kabel yang akan direkatkan pada SLK diberi jarak sesuai jarak antara ujung loop dan data logger, setelah diketahui jaraknya, ukur kabel sesuai jarak loop dan data logger kemudian gulung kabel tersebut , beri tanda ujung kabel sebagai tanda untuk memulai lilitan kabel loop.



Gambar 2-20 Letak kabel pada SLK dan urutan lilitan



Gambar 2-21 Hasil akhir pemasangan Loop di lapangan

5. Setelah seluruh pemasangan kabel loop selesai, lakukan pemasangan sensor wim strip pada tempat yang telah disediakan, dalam pemasangan sensor wim strip digunakan pengaku yang juga berfungsi sebagai pelindung isolator sensor berupa pelat besi yang memiliki lubang pada setiap sudutnya untuk memasang paku atau dynabolt.



Gambar 2-22 Wim srip dan pengaku

6. Pemasangan pengaku yang paling baik adalah menggunakan dyna bolt, setelah wim strip ditengah tanda garis bantu, pasang pelat pengaku kemudian beri tanda pada setiap lubang yang ada pada sudut pelat, kemudian bor bagian tersebut dan pasang dynabolt dengan menggunakan kunci pas atau obeng yang sesuai dengan ukuran dan bentuk kepala dynabolt. Setelah semua pengaku terpasang beri lapisan pelindung menggunakan SLK dan lakban agar permukaan pelat dan dyna bolt tidak langsung terinjak ban kendaraan.

2. Pengujian dan setting sensor

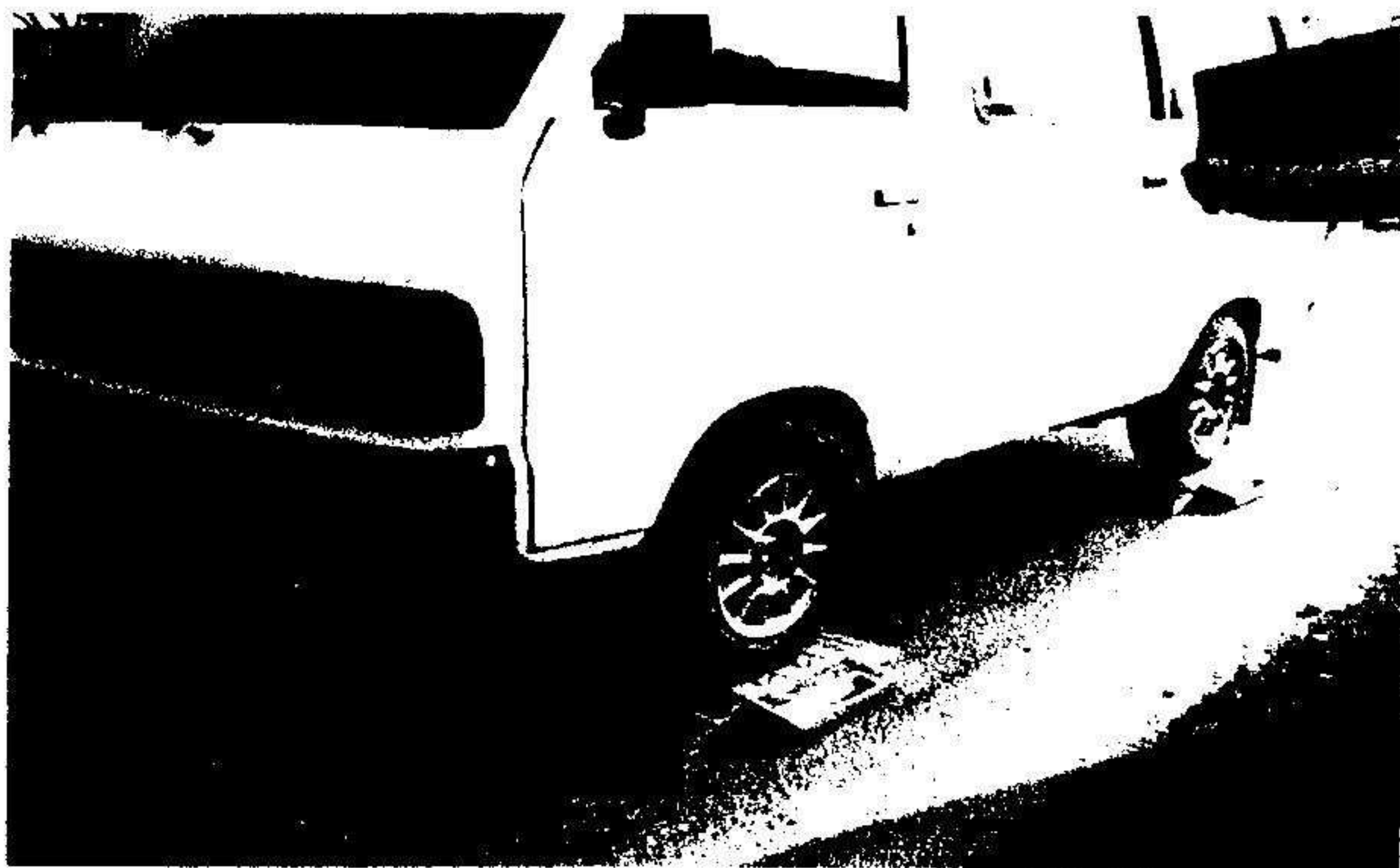
Tahapan ini dilakukan setelah insatalasi sensor selesai, dalam pelaksanaan pengujian diperlukan minimal 2 jenis kendaraan yang berbeda ukuran sebagai perbandingan pembacaan jenis kendaraan yang dilakukan sensor berdasarkan berat dan jumlah gandar.

Langkah awal adalah penyiapan alat timbang portable (statis), kendaraan survai dan formulir berat gandar kendaraan.

Tahapan pelaksanaan penimbangan kendaraan menggunakan alat timbang portabel adalah :

1. Letakan timbangan didepan roda kendaraan depan dan belakang, kemudian hidupkan kendaraan uji (dalam instruksi kerja digunakan kendaraan minibus

- sebagai contoh penimbangan) kemudian kendaraan dimajukan dengan mendaki permukaan miring pada timbangan
2. Hentikan kendaraan tepat diatas timbangan (bagain datar) baca berat kendaraan dengan melihat nilai yang tertera pada timbangan
 3. Catat berat masing-masing gandar.
 4. Untuk menghilangkan keraguan hasil pembacaan, lakukan penimbangan pad kendaraan tersebut sebanyak 5 kali penimbangan.



Gambar 2-23 Penimbangan berat gandar kendaraan menggunakan timbangan portabel

Contoh hasil penimbangan untuk kendaraan minibus disajikan dalam tabel berikut :

NO	URAIAN	BERAT	SATUAN
1	Ban Depan Kiri-Kanan	520	Kg
2	Ban Belakang Kiri-Kanan	520	Kg
	TOTAL	1.040	Kg

5. Setelah selesai penimbangan pertama, lakukan penimbangan kendaraan kedua dengan prosedur yang sama.

Setelah proses penimbangan kendaraan uji selesai, tahapan selanjutnya adalah menguji pembacaan sensor loop dan wim strip dengan tahapan sebagai berikut .
Siapkan data logger dan laptop

1. Pastikan sumber catu daya logger dalam keadaan penuh, catu daya data logger berupa aki kering dengan spesifikasi arus sebesar 6 volt 5 amper, untuk memastikan gunakan digital multimeter.
2. Hidupkan laptop dan pasang kabel sensor wim strip dan loop menggunakan kabel penghubung ke data logger (latak slot kabel sensor dapat dilihat pada bagian depan bawah sebelah kiri dan kanan yang dilengkapi keterangan slot masing –masing sensor)
3. Pasang kabel komunikasi data dari laptop ke data logger
4. Buka program *Marksman FrontEnd321.0*
5. Langkah selanjutnya adalah memperkirakan besar skal faktir berat gandar kendaraan yang harus digunakan selama pengukuran.

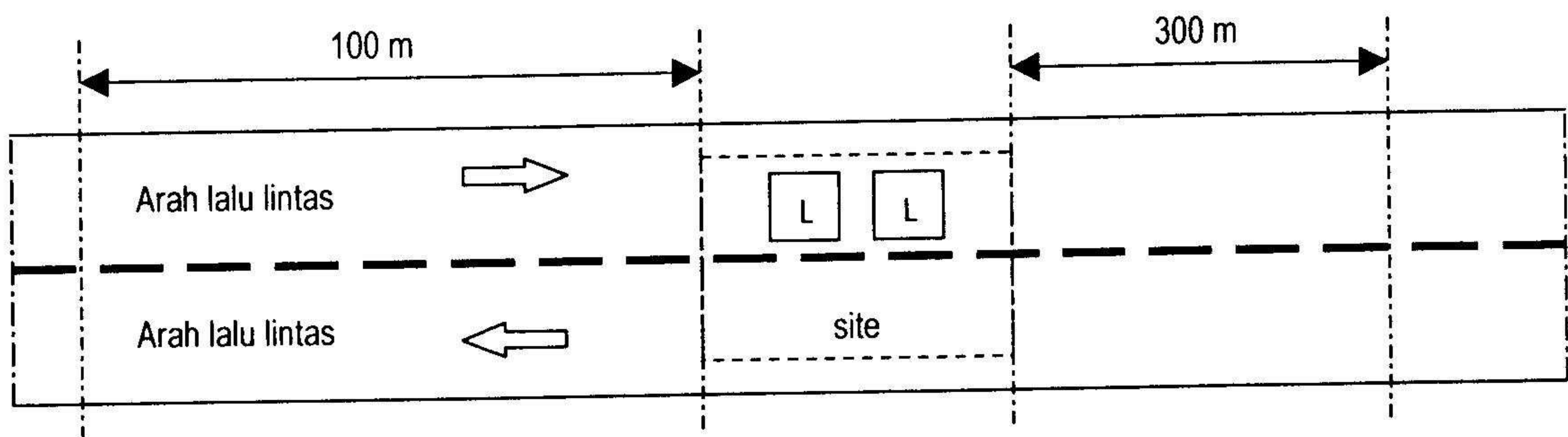
Langkah-Langkah Pelaksanaan

Beberapa persyaratan dan pertimbangan yang harus dilakukan pada proses pengukuran dilapangan, terdiri dari :

1. Pemilihan Site

Pemilihan site yang tepat, merupakan faktor utama yang mempengaruhi performa kinerja alat dan kualitas data yang didapat selama pengukuran. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan site antara lain :

1. Ruas jalan yang akan dipilih sebagai site harus :
 - a. Lurus, minimal 100 meter menjelang site dan 300 meter setelah site
 - b. Rata, kelandaian maksimum tidak melebihi 2% pada arah vertikal dan horizontal
 - c. Site yang dipilih tidak berada atau disekitar tikungan, jembatan, perbaikan jalan atau pergantian jenis perkerasan jalan.
 - d. Apabila terdapat tikungan maka penempatan site tidak kurang dari 500 meter dari tikungan terdekat.



2. Site yang dipilih berada pada jalan dengan arus bebas atau tanpa hambatan seperti belokan, persimpangan, traffic light, akses masuk pabrik atau pertokoan, sehingga kendaraan yang melewati site tidak melakukan perubahan kecepatan dan manuver.
3. Permukaan perkerasan sejauh 100 meter menjelang site dan 300 meter setelah site harus halus dan rata.
4. Permukaan disekitar site baik material aspal atau beton tidak memiliki keretakan dan untuk site pada material beton penempatannya harus dalam 1 slab beton (tidak ditempatkan pada sambungan beton).
5. Site yang dipilih harus memenuhi kecepatan konstan antara 50 – 100 km/jam.
6. Penempatan alat pencatat (logger) dan box alat sebaiknya tidak lebih dari 50 meter dari daerah yang dimonitor.
7. Perhatikan ketersediaan lebar bahu jalan atau lahan disamping jalan untuk penempatan Box, apabila lebar bahu atau lahan yang tersedia kurang dari 1.5 meter, sebaiknya mencari alternatif lain atau site lain sebagai pertimbangan dalam pembuatan pondasi Box agar kebutuhan ruang bebas selama pemasangan dan pemeliharaan alat dapat terpenuhi.
8. Perhatikan perbedaan ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu, sebaiknya tidak memilih site dengan perbedaan tinggi lebih dari 5 cm

2. Site desain

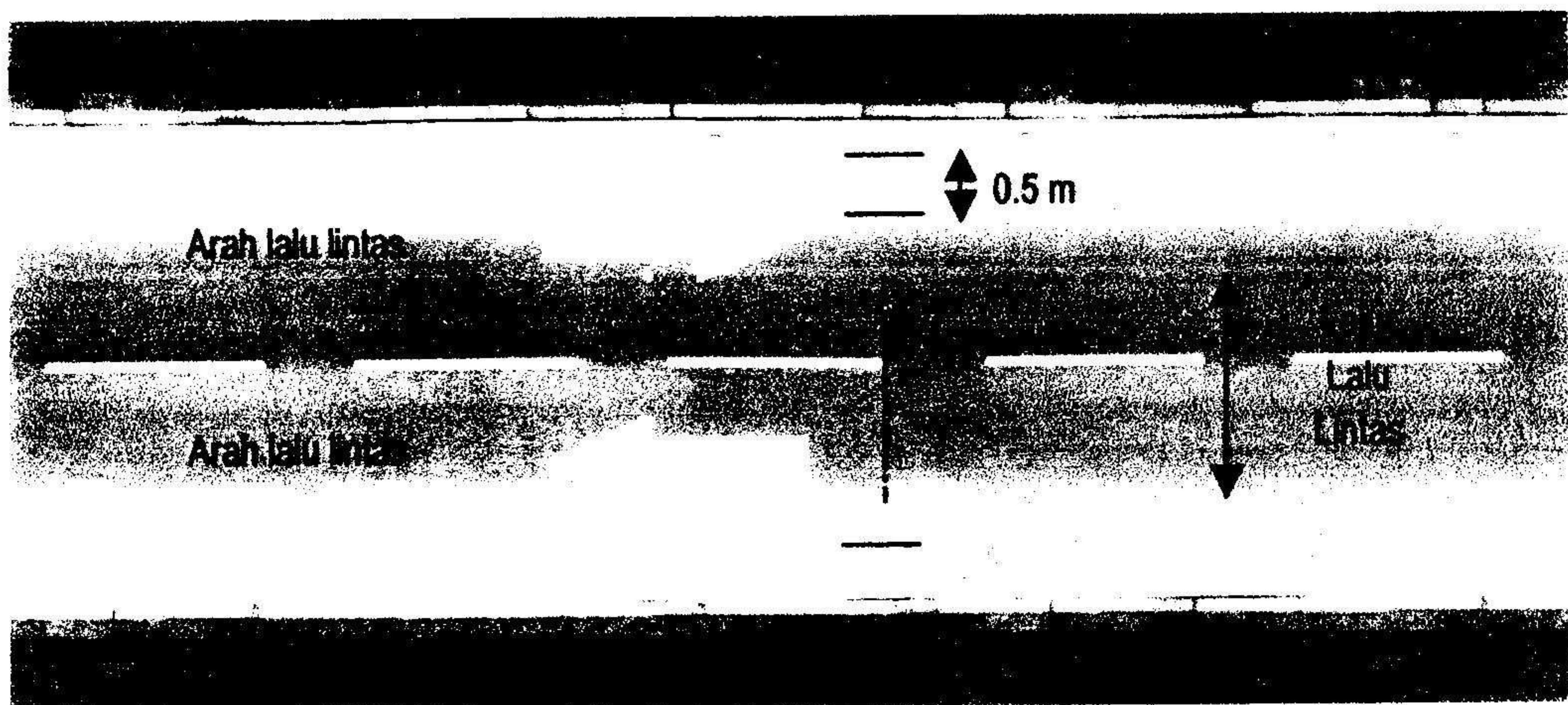
Setelah lokasi site ditentukan, tahapan selanjutnya adalah menyiapkan sketsa penempatan dan instalasi sensor (loop dan Piezo) yang akan dipasang beserta detail posisi sensor berikut ukurannya serta perlengkapan pendukung site secara spesifik.

Dalam kegiatan ini harus dipastikan bahwa seluruh personil survei telah mengenakan rompi kerja yang dilengkapi reflektor serta perlengkapan pendukung keselamatan dan keamanan kerja

Dalam proses ini harus diperhatikan faktor kemudahan dan keamanan proses pengerjaan, tahapan desain :

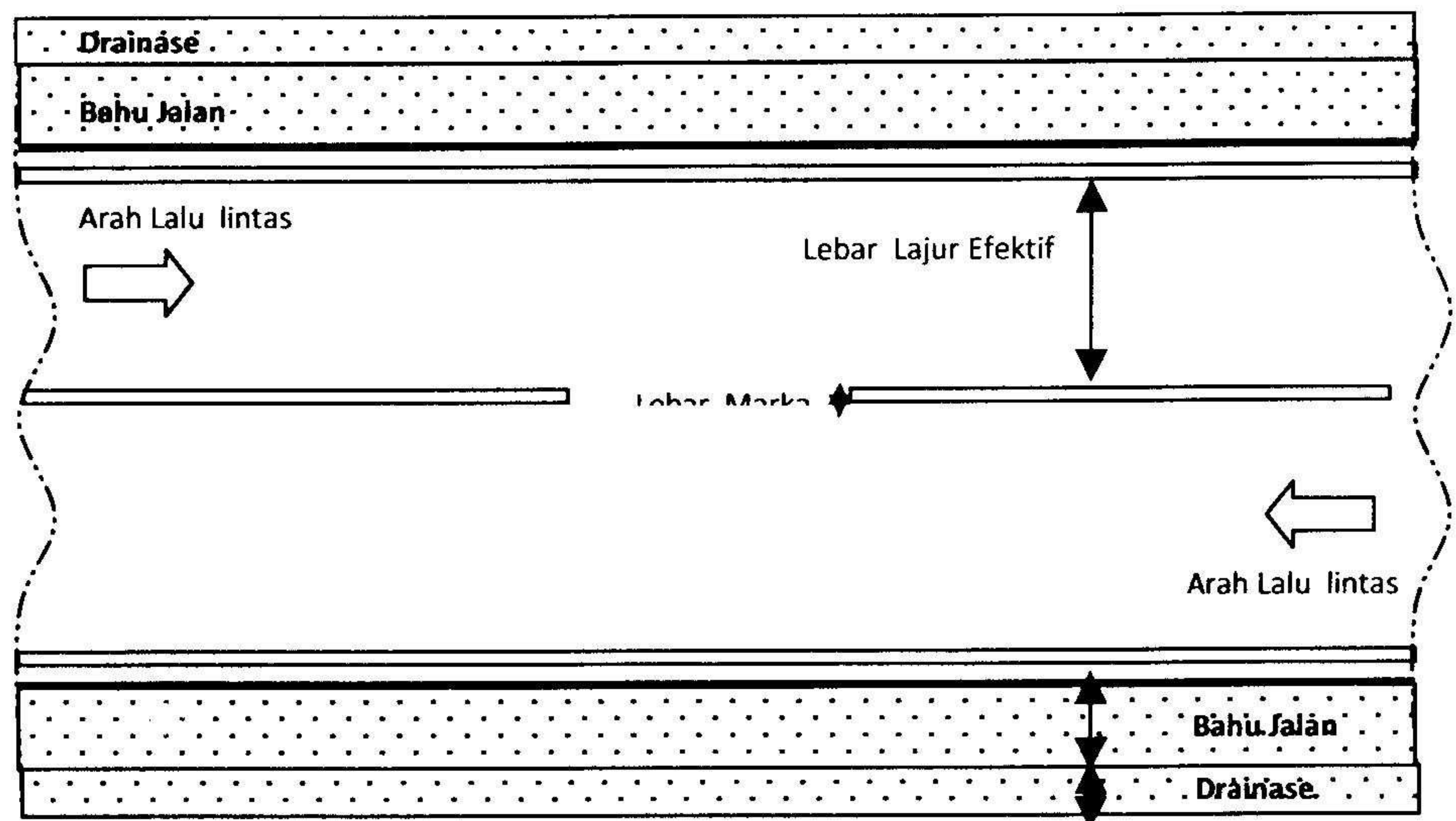
1. Parkirkan kendaraan survei pada bahu jalan atau tempat lain yang dianggap aman, sehingga tidak mengganggu kelancaran arus lalu lintas dan tidak merubah pergerakan lalu lintas sehingga secara visual dapat diketahui jejak ban kendaraan, yang diperlukan untuk menentukan posisi penempatan loop

Untuk mendapatkan perkiraan jejak ban kendaraan pada site rencana, dapat dilakukan dengan memberi tanda berupa garis yang dibuat setiap 0,5 meter sepanjang lebar lajur, tegak lurus dengan arah lalu lintas seperti terlihat pada gambar 2-24.



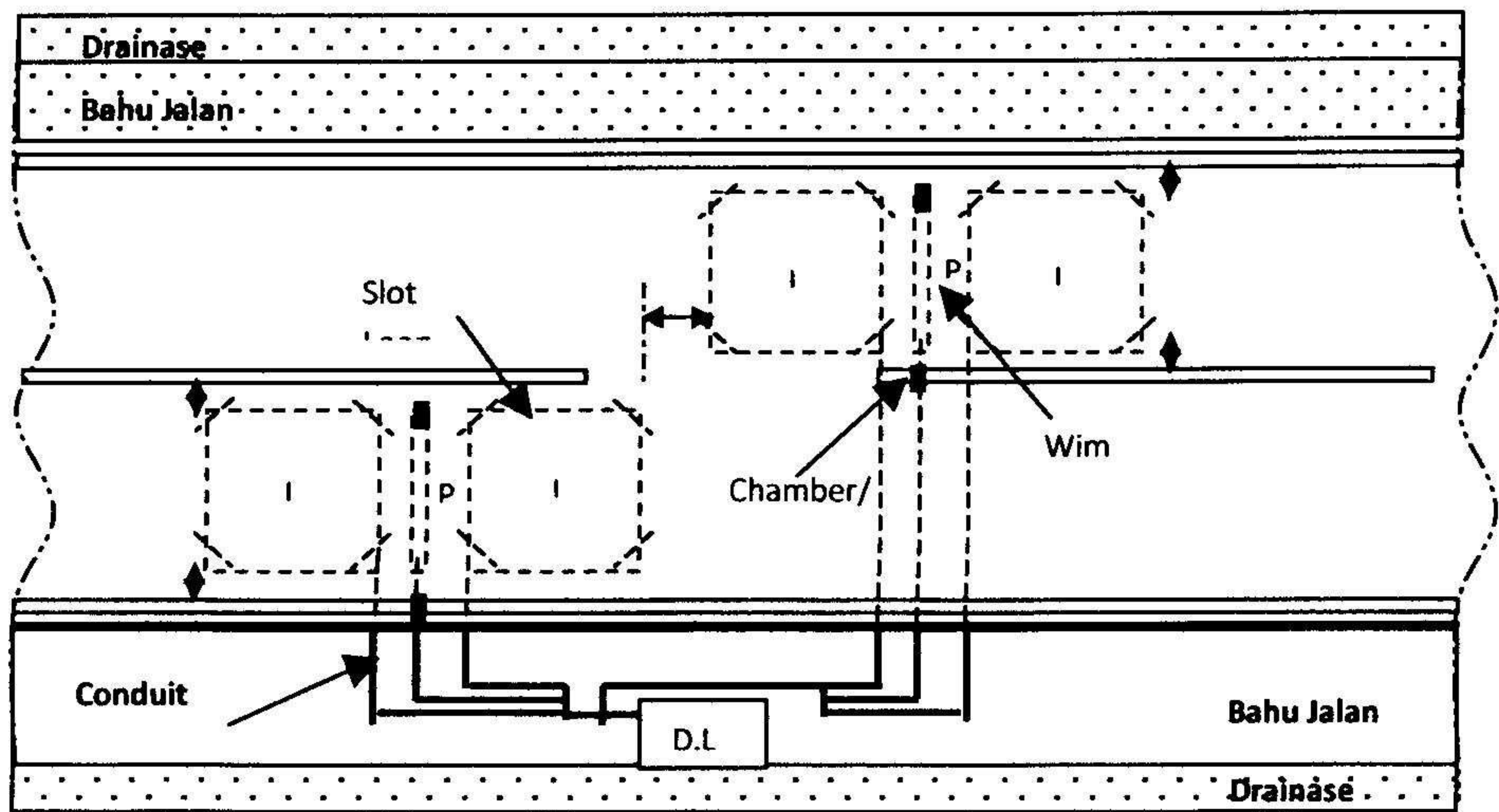
Gambar 2-24Garis Bantu Penentu Jejak Ban

2. Buatlah sketsa ruas jalan beserta dimensi, hal yang perlu diperhatikan adalah :
- a. Lebar dan jumlah lajur
 - b. Posisi , dimensi dan jarak penempatan marka
 - c. Lebar bahu dan lahan pinggir jalan lainnya yang tersedia
 - d. Lebar drainase pinggir jalan (apabila di daerah site terdapat drainase)
 - e. Jenis perkerasan bahu jalan



Gambar 2-25 Sketsa Inventarisasi Site dan Dimensi Jalan

Buatlah sketsa penempatan sensor Loop dan Piezo pada setiap lajur dan posisi penempatan box, sehingga dapat diketahui perkiraan kebutuhan panjang kabel.



Gambar 2-26 Sketsa Layout Pemasangan Data Logger dan Sensor

3. Penutupan Lajur Lalu Lintas dan Perambuan Sementara

Persiapan:

1. Pastikan skema penutupan lajur serta penempatan perambuan sementara yang akan digunakan.
2. Pastikan waktu pengerjaan, apabila pengerjaan dilakukan malam hari sebaiknya memperhitungkan lampu penerangan dan lampu peringatan dapat terlihat dari jarak jauh (minimal 300 meter).
3. Nyalakan lampu hazard kendaraan survai, pindahkan kendaraan survai yang bertugas memasang/ menempatkan rambu sejauh 500 meter sebelum area kerja.

Peralatan yang digunakan

1. Rambu
2. Traffic cones
3. Lampu Hazard/baricade
4. Lampu peringatan tambahan (untuk pengerjaan malam hari)
5. Bendera warna merah/orange (apabila menggunakan flagman)
6. Rol meter (untuk menghitung jarak rambu)

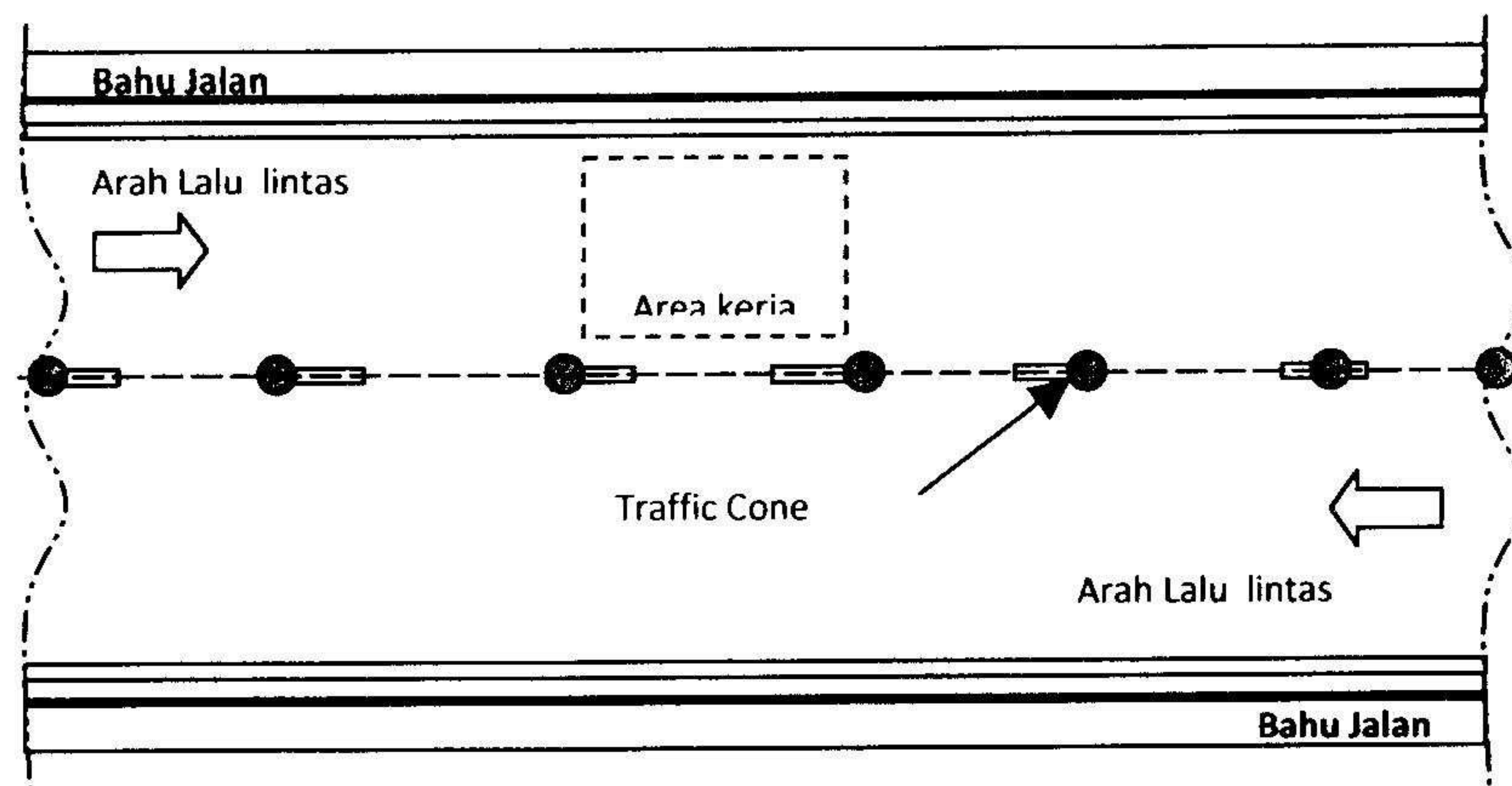
Sebelum pelaksanaan penutupan lajur lalu lintas pastikan alternatif yang akan digunakan dalam pengaturan lalu lintas sementara, apakah lajur yang ditutup akan dipindah lajur ke arah lajur lawan (sistim tutup buka) atau pemindahan arus (detour) menggunakan bahu jalan.

Dalam kegiatan ini harus dipastikan bahwa seluruh personil survai telah mengenakan rompi kerja yang dilengkapi reflektor serta perlengkapan pendukung keselamatan dan keamanan kerja lainnya

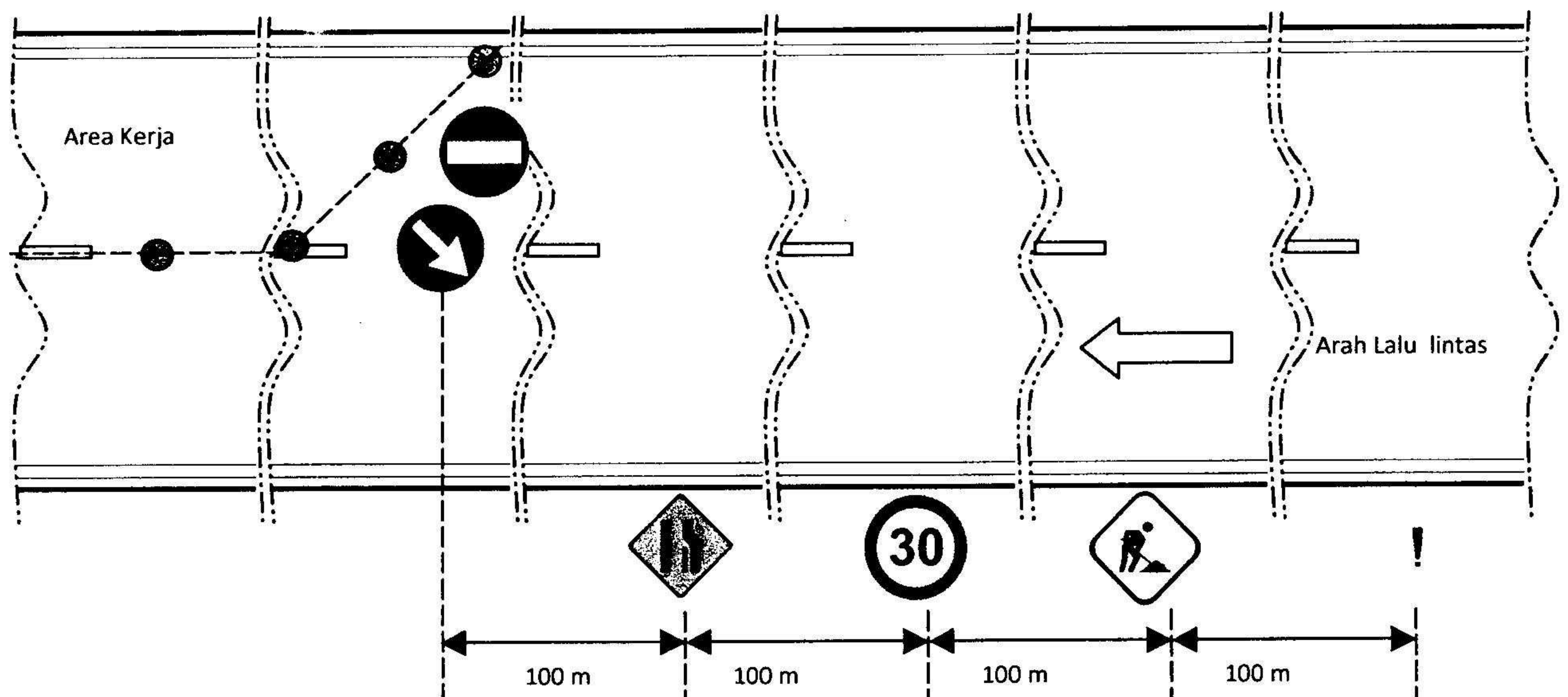
Tahapan penutupan arus lalu lintas dan pemasangan perambu sementara pada area kerja :

1. Seluruh personil tim survai berada pada bahu jalan/ daerah pinggir yang aman
Kendaraan survai berada pada bahu jalan, nyalakan lampu hazard kendaraan survai.

2. Sebelum penutupan lajur, sebaiknya pasang traffic cone disepanjang marka pemisah lajur (tengah) agar lajur lalu lintas terbagi terlebih dahulu.
3. Kendaraan survei pertama (pembawa rambu) bergerak mendekat dari -500 meter menuju area kerja dan menempatkan rambu berdasarkan skema perambuan rambu sementara (lihat gambar) setiap 100 meter



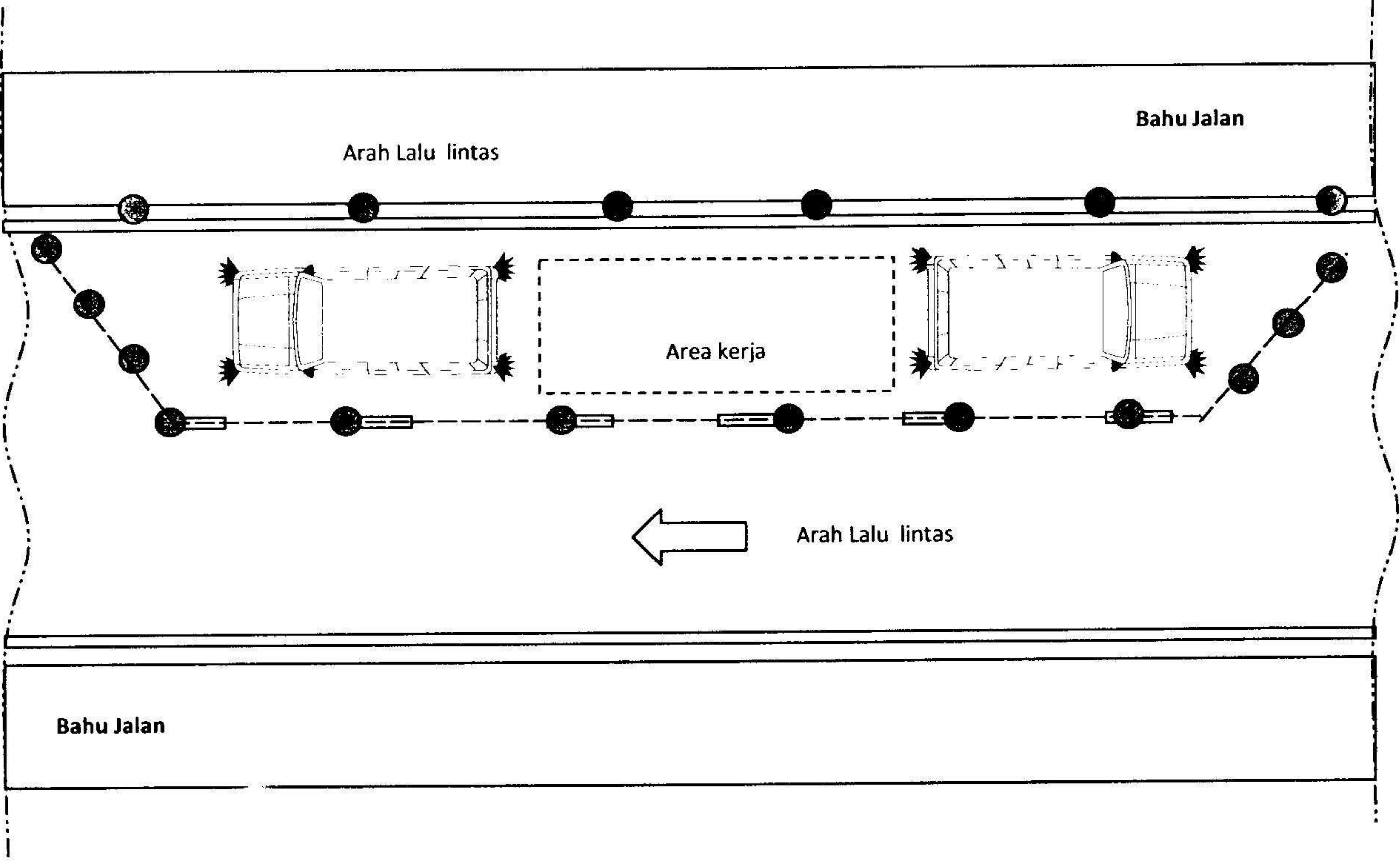
Gambar 2-27 Layout Area Kerja



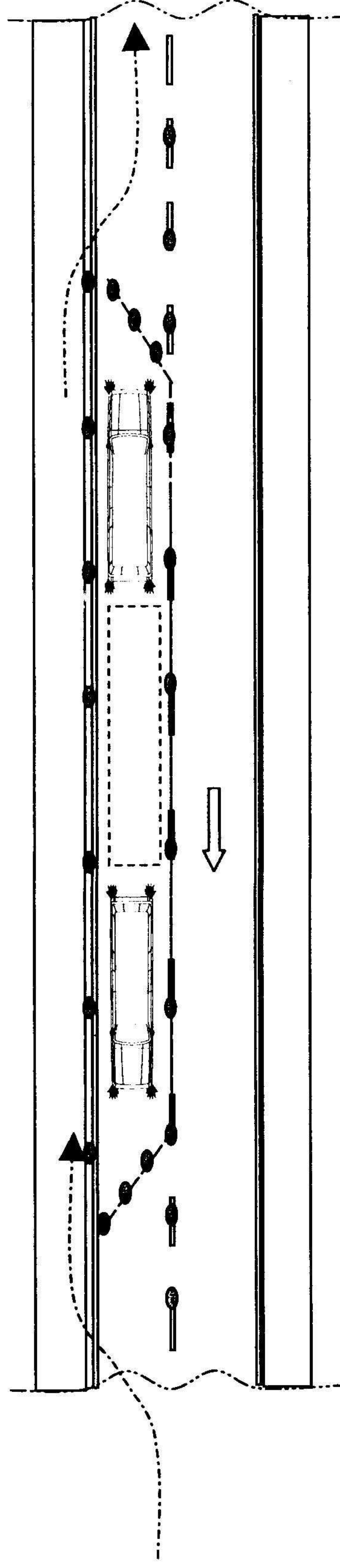
Gambar 2-28 Layout Perambuan Sementara

4. Kendaraan survei kedua (pembawa peralatan) bergerak masuk pada lajur yang ditutup/area kerja dan diparkir sesuai arah lalu lintas, pastikan selama pengerjaan lampu hazard kendaraan survei tetap menyala, kemudian kendaraan survei

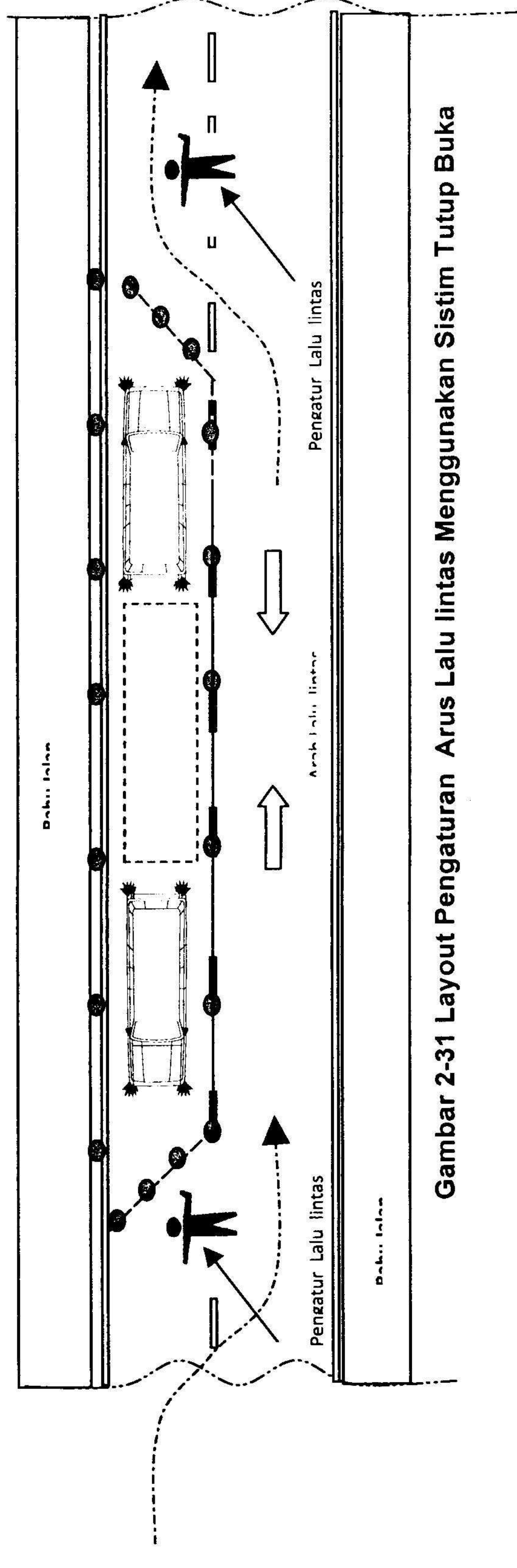
pertama (pembawa rambu) diparkir pada area survai pada sisi yang berlawanan dan menghadap berlawanan dengan arah lalu lintas.



Gambar 2-29 Layout Penempatan Kendaraan Survai Dalam Area Kerja



Gambar 2-30 Layout Detour Arus Lalu lintas Menggunakan Bahu Jalan



Gambar 2-31 Layout Pengaturan Arus Lalu lintas Menggunakan Sistim Tutup Buka

5. Setelah perambuan terpasang seluruh personil berpindah kedalam area kerja, petugas polisi membimbing kendaraan / arus lalu lintas sesuai skema pemindahan arus atau sistim tutup buka, sebaiknya selama proses pengerjaan disediakan petugas pemberi informasi hati-hati yang dilengkapi bendera (flagman) berwarna merah/kuning yang bertugas mengatur kelancaran lalu lintas.
6. Turunkan peralatan yang akan digunakan, perhatikan penempatan peralatan supaya tidak membahayakan pengguna jalan dan personil survai serta mudah dijangkau oleh seluruh personil pada saat pengerjaan.

3. Pengukuran

3.1 Setting dan keamanan komputer

Sebelum melakukan setting komputer untuk pengukuran beban gandar kendaraan, laptop atau komputer yang akan digunakan harus dioperasikan terlebih dahulu dengan memasukkan kata sandi khusus yang dimiliki oleh komputer lapangan pada saat tampilan awal pada layar komputer dihidupkan. Kata sandi awal berguna untuk mengoperasikan komputer, kemudian akan muncul permintaan kata sandi (password) kedua sebelum mengakses program pada sistem operasi *windows xp* sebagai konfirmasi bahwa pengguna merupakan orang/operator yang berhak menggunakan dan melakukan pengaturan(setting) alat serta sensor beban gandar kendaraan.

Untuk melakukan pengukuran dilapangan, terlebih dahulu dilakukan instalasi sensor diatas perkerasan jalan, tahapan yang instalasi ikuti tahapan yang dilakukan pada kegiatan kalibrasi.

Untuk memulai perekaman data (survai), terlebih dahulu pastikan seluruh parameter atau setting pada konfigurasi telah sesuai dengan kebutuhan survai. Pemeriksaan catu daya dan memori yang tersisa dalam data logger juga merupakan hal yang harus dilakukan .

Tahapan atau langkah yang harus dilakukan untuk memulai perekaman data adalah :

1. Tekan /pilih tombol Start or stop survey pada menu utama untuk memulai perekaman data
2. Pada jendela start or stop survei akan muncul tampilan seperti terlihat pada

3. Pilih jenis survai yang akan dilakukan, Interval , VBV atau Both
4. *Next*
5. Untuk menghentikan pencatatan data (survai) tekan tombol **start or stop surey**, kemudian pada jendela selanjutnya pilih survai yang akan dihentikan, untuk keluar dari jendela ini tekan tombol **cancel**

3.2 Retrieve Data

Retrieve data survey adalah perintah untuk menyalin data dari data logger kedalam laptop atau Pc, retrieve data dapat dilakukan selama survai berlangsung tanpa menghentikan proses pencatatan. Apabila survai dilakukan dengan durasi yang panjang sehingga menghasilkan data survai yang banyak, sebaiknya proses retrieve dilakukan setiap maksimal 10 file karena proses retrieve file data hanya dapat dilakukan untuk setiap 10 file data.

Setelah data survai selesai direkam , maka langkah selanjutnya adalah retrieve data dan mengolah data tersebut sehingga dapat digunakan dalam analisa data selanjutnya. Data hasil perekaman memiliki format ekstensi (*.*) yang unik sehingga hanya dapat diterjemahkan dalam bentuk teks apabila menggunakan program khusus. Format ekstensi data tergantung pada jenis survai yang dilakukan, apabila perekaman file data selama survai secara interval maka ekstensi file data adalah *.I (kependekan dari survai interval) sedangkan bila digunakan perekaman sedara menerus yang berarti perekaman file data berdasarkan pada kedatangan kendaraan maka ekstensi data berupa *.V (kependekan dari Vehicle-by-vehicle survai). Format ekstensi berpengaruh pada ukuran data, ekstensi interval memiliki ukuran data lebih kecil dari Vehicle by Vehicle .

3. Perhitungan Hasil Pengukuran

Sebelum data survai diolah dalam format teks ataupun tabulasi yang umum digunakan seperti program keluaran Microsoft office (MS. Word, Note pad atau MS.Excel), file data hasil luaran data logger terlebih dahulu diterjemahkan dari format ekstensi khusus logger (*.V atau *.I) kedalam file *.txt (teks). Untuk melakukan pengaturan dan penterjemahan file data digunakan program khusus yakni **Marksman Target Lite** yaitu program yang untuk manajemen data hasil survai.

Untuk keperluan pengolahan data, dibutuhkan peralatan dan program sebagai berikut :

1. Personal komputer atau laptop
2. Program Marksman target lite
3. Program Notepad
4. Program Microsoft office Excel

Pelaksanaan penerjemahan data adalah sebagai berikut :

1. Buka program Maksman target lite.
2. Pada menu file pilih **New** kemudian **Import survey**.
3. Pada kotak **Look in** pilih directori dan folder tempat data survai tersimpan, kemudian pada kotak **File of type** pilih jenis survai, agar semua jenis data survai muncul, pilih **All surveys**, kemudian pilih nama file data yang akan diimport, kemudian tekan **Open**.
4. Pada jendela **Surveys** akan terlihat 2 tab menu yakni **Details** dan **Data**, pada jendela tab menu detail terlihat nama dan keterangan survai pada kotak **Survey Name and descriptions**, jenis data survai terlihat pada kotak **Survey Type**.
5. Untuk melihat detail data dan atribut data buka tab meny **Details**, pada jendela tab menu **Data** terlihat tabulasi dari data survai.
6. Untuk menerjemahkan data kedalam format teks (*.txt), pada jendela utama marksman target lite yakni pada sub jendela **Data tree** bagian kiri bawah pilih **Database**, kemudian pilih **Default Import** sehingga file yang telah di Import akan muncul pada jendela sebelah kanan.
7. Langkah selanjutnya adalah memilih file yang akan diterjemahkan, pilih nama file kemudian klik kanan dan pilih **Export**,.
8. Pada jendela **Export survey** tentukan direktori dan folder untuk menyimpan data pada kota **Save in** dan beri nama file pada kotak **File name**, kemudian pilih format **GRPS text format** pada kotak **Save of type** .
9. Setelah data tersimpan, tutup program marksman target lite, untuk membuka file yang telah diexport kedalam format teks, gunakan program **Notepad**, kemudian buka file.
10. Untuk mengolah data hasil survai gunakan program **Microsoft Excel**, buka program, pada menu **File** pilh **open** kemudian pilih **text file** pada kotak **File of type** dan nama file yang akan dibuka, kemudian tekan tombol **open** sehingga

akan muncul jendela wizard baru, kemudian tekan tombol **Next** hingga wizard selesai dan data akan terbuka dalam format tabulasi.

11. Setelah format data dirubah kedalam format tabulasi Microsoft Office excel, langkah selanjutnya adalah mengolah data beban kendaraan berdasarkan jenis dan konfigurasi sumbu, namum demikian terdapat atribut data dari kendaraan yang ditimbang, uraian tentang atribut data kendaraan dituangkan dalam tabel berikut.

Tabel 2-6 Format Tabulasi Microsoft Office Excel

No	PARAMETER		JUMLAH DIGIT	SATUAN
1	HEAD	HEAD NUMBER / NOMOR URUT DATA	6	
2	DD	DAY / TANGGAL PENCATATAN	2	TANGGAL
3	MM	MOUNTH / BULAN PENCATATAN	2	BULAN
4	YY	YEAR / TAHUN PENCATATAN	2	TAHUN
5	HH	HOOR / JAM PENCATATAN	2	JAM
6	MM1	MINUTE / MENIT PENCATATAN	2	MENIT
7	SS	SECOND / DETIK PENCATATAN	2	DETIK
8	HH	HUNDRED/ PERSERATUS	2	DETIK
9	L	LANE /LAJUR KENDARAAN	1	
10	D	DIRECTION / ARAH KENDARAAN	1	
11	HEADS	HEADWAY /JARAK KEDATANGAN KENDARAAN	5	METER
12	GAP	GAP/ JARAK ANTAR KENDARAAN	5	METER
13	SPD	SPEED / KECEPATAN KENDARAAN	3	KM/JAM
14	LENTH	LENGTH/ PANJANG KENDARAAN	4	METER
15	AX	AXLE / JUMLAH GANDAR KENDARAAN	4	
16	CS	CLASS/JENIS KENDARAAN	4	
17	WBTOT	WHEEL BASE TOTAL/JARAK GANDAR KESELURUHAN	4	METER
18	W 1-2 S/D 9	WHEEL BASE /JARAK ANTAR GANDAR	4	METER
19	GWTOT	GROSS WEIGT/BERAT KENDARAAN KESELURUHAN	4	TON
20	AW 1 S/D 9	BERAT ANTAR GANDAR	4	TON

12. Langkah selanjutnya adalah merapikan data berdasarkan atribut data seperti pembagian jenis kendaraan (**Class**) yang tertulis dengan singkatan **CS** Pada kegiatan survei pengumpulan data beban ini digunakan skema pembagian jenis kendaraan yang umum digunakan oleh alat pengukur Marksman 660 - WIM System yang mengacu pada jenis kendaraan standar Eropa menurut skema pembagian 13 jenis Eropa (EURO_13),

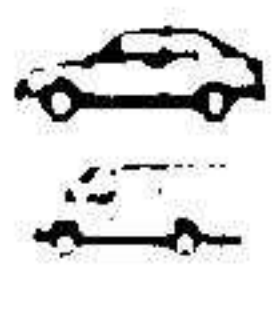
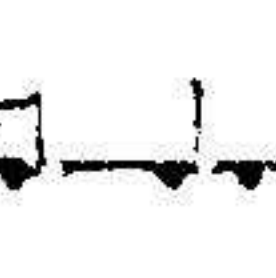
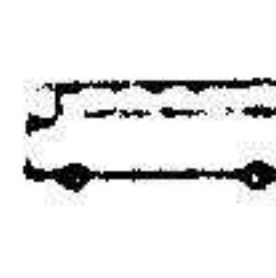
Sedangkan pembagian jenis untuk perencanaan perkerasan jalan mengacu ketentuan yang dikeluarkan Ditjen Bina Marga, yaitu yang dikelompokkan pada 10 jenis seperti terlihat dalam tabel berikut .

Tabel 2-7 Klasifikasi Kendaraan Ditjen Bina Marga

No	Klasifikasi Kendaraan	Konfigurasi Sumbu
1	Kendaraan Ringan	1.1
2	Medium Truck/Bus Kecil	1.2
3	Truk 2 sumbu	1.2
4	Truk 3 sumbu	1.22
5	Truk 4 sumbu	1.2 22
6	Truk gandengan	1.2 – 2.2
7	Traktor + trailer 1 sumbu	1.2 – 2
8	Traktor + trailer 2 sumbu	1.22 – 22
9	Traktor + trailer 3sumbu	1.22 – 222
10	Bus Besar	1.2

Lebih jelasnya jenis kendaraan menurut cara Bina Marga seperti digambarkan pada berikut ini. Karena terdapat perbedaan jumlah jensi kendaraan antara skema Euro 13 dan Bina Marga maka perlu dilakukan penyelarasan / konversi jenis kendaraan

berdasarkan skema Euro 13 kedalam skema Bina Marga. Sedangkan penyelarasan jenis kendaraan diuraikan pada tabel 2-32.

									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kendaraan Ringan	Mini Bis/ Mini Truk	Truk 2 sumbu	Truk 3 sumbu	Truk 4 sumbu	Truk Gandengan	Semi Trailer 1 sumbu	Semi Trailer 2 sumbu	Semi Trailer 3 sumbu	Bus Besar

Gambar 2-32Jenis Kendaraan Menurut Bina Marga

Tabel 2-8 Konversi jenis kendaraan EURO_13 ke Bina Marga

EURO 13	BINA MARGA
1	1, 3
2	2, 3
3	4 , 5
4	5
5	6
6	6
7	7
8	9
9	9
10	7 , 8
11	10
12	3
13	LAIN-LAIN

Langkah pengolahan data beban gandar kendaraan dimulai dengan pengelompokan data berdasarkan jenis (class), kemudian dilanjutkan dengan penghitungan nilai Faktor Perusak Jalan (*Vehicle Damage Factor* – VDF) dari tiap jenis kendaraan, dimana nilai atau besarnya kerusakan jalan ini ditentukan berdasarkan berat sumbu (P) dan jenis konfigurasi gandar menggunakan persamaan Liddle.

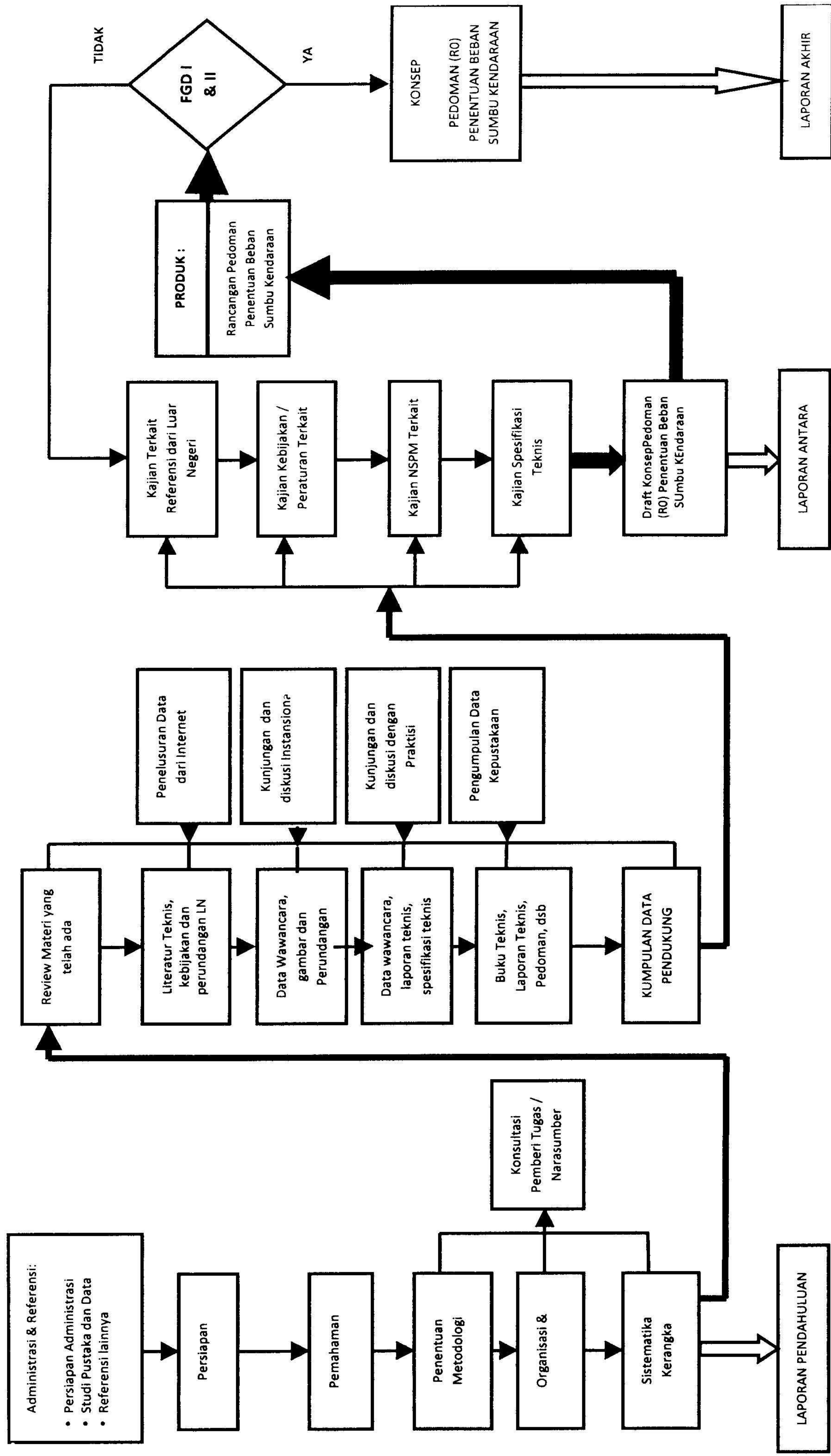
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Pikir Pelaksanaan Kegiatan

Kerangka pikir pelaksanaan kegiatan ini dapat dilihat pada gambar 3.1. Secara garis besar, inti kegiatan ini ditahun 2010 ditampilkan oleh kotak kegiatan yang diberi warna gelap yaitu peningkatan kemampuan ATCC, peningkatan kemampuan sistem basis data Sisjatan, pengumpulan data bidang lalu lintas serta identifikasi zonasi pertumbuhan lalu lintas dan beban kendaraan. Dua pertama dari inti kegiatan ini merupakan kegiatan yang dikontrakkan namun tidak terlepas dari sasaran dari kegiatan pada tahun 2010.

Kegiatan diawali dengan tahap persiapan, dimana dalam tahap ini rencana kegiatan disusun untuk mencapai sasaran yang diinginkan serta mobilisasi tim kegiatan. Selain itu dalam tahap ini juga dipersiapkan dokumen-dokumen yang diperlukan untuk kegiatan-kegiatan yang akan dikontrakkan. Setelah tahapan persiapan selesai dilaksanakan, kegiatan akan dikonsentrasikan pada pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa data sekunder serta data primer. Data sekunder disini merupakan data-data yang diperoleh dari bidang lain untuk melengkapi basis data dalam sisjatan. Sedangkan data primer merupakan data pengukuran lapangan pada beberapa lokasi yang dipergunakan untuk identifikasi zona yang relatif homogen ditinjau dari kondisi lalu lintas (pertumbuhan) serta beban kendaraan. Data primer yang dikumpulkan melalui pengukuran lapangan selain dipergunakan untuk identifikasi zona kondisi lalu lintas dan beban kendaraan juga dipergunakan sebagai feeding data untuk sistem sisjatan.

Seluruh proses kegiatan dan hasil yang diperoleh dari kegiatan tahun ini dirangkum dalam naskah laporan akhir kegiatan.



Gambar 3.1 Kerangka Pikir Pelaksanaan Kegiatan

3.2 Instrumen dan Sample

Instrumen Beban Kendaraan

Pengukuran beban gandar kendaraan dilakukan untuk mendapatkan data berat dari masing-masing gandar sesuai dengan konfigurasi kendaraan. Cara kerja alat untuk pengukuran beban gandar tersebut dengan cara bergerak (*Weigh in Motion*), yaitu pengukuran dilakukan tanpa kendaraan diberhentikan, sehingga proses penimbangan tidak mengganggu arus lalu lintas.

WIM merupakan alat dengan kemampuan dapat mendeteksi jenis kendaraan, beban as kendaraan, dan konfigurasi sumbu kendaraan. Klasifikasi kendaraan yang dipakai alat pengukur WIM System bisa disesuaikan dengan klasifikasi Bina Marga, seperti yang dikelompokkan dalam pencacahan lalu lintas kendaraan.

Pengumpulan data beban gandar kendaraan dengan metode WIM dilakukan secara otomatis dengan menggunakan alat pembaca beban dan dimensi kendaraan yang dipasang diatas permukaan perkerasan jalan, alat ini akan bekerja membaca dan menimbang setiap kendaraan yang melintasinya.

Pada penimbangan dengan metode *Weigh in Motion* digunakan 2 jenis sensor pembaca yang keduanya dipasang secara berdekatan. Sensor pembaca tersebut terdiri atas

a. Loop

Sensor ini berupa kabel yang dipasang dalam bentuk empat persegi panjang ukuran 2 x 1 meter dalam perkerasan jalan. Untuk 1 arah 1 lajur dibutuhkan 2 loop yang terpasang. Untuk instalasi sensor loop diperlukan bahan perekat/double tape untuk kabel dan dilapisi oleh lakban hitam khusus. Pembuatan loop untuk mengitari 4 putaran untuk 1 loop, kabel tersebut terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Pemasangan Kabel Loop

b. WIM strip

Wim strip merupakan sensor pembaca gandar kendaraan, berat antar gandar dan berat keseluruhan kendaraan. Sensor ini berbentuk pelat alumunium yang dibalut karet sehingga dapat diletakkan dan direkatkan pada permukaan perkerasan.

Perekaman yang dilakukan akan dikirim kedalam data logger berupa data jumlah gandar kendaraan, jarak antar gandar kendaraan, berat setiap gandar dan berat total kendaraan tersebut. Wim strip terlihat pada Gambar 3-1 dibawah ini.



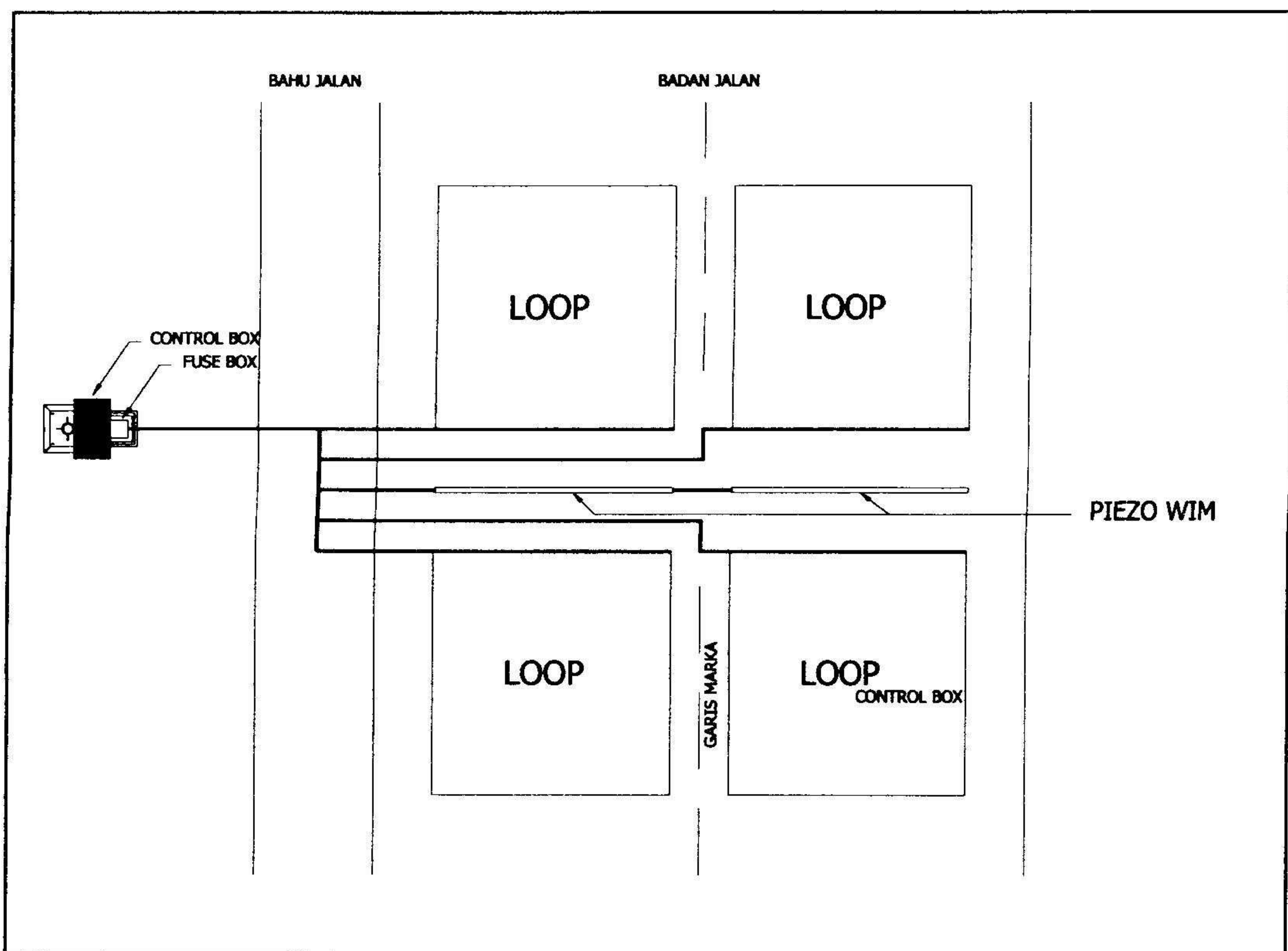
Gambar 3-1 Pengecekan Wim Strip

- **Peralatan pencatat dan penyimpan data berat dan jumlah kendaraan**

Alat perekam dan pengolah data yang digunakan survei WIM ini adalah data logger Marksman 660 - Golden River WIM, Counting and Clasifier. Alat tersebut akan menyalin dan menyimpan seluruh data tentang kendaraan yang terbaca oleh sensor kedalam memori yang terintegrasi dengan prosessor.

Data hasil pengukuran dari setiap kendaraan dan interval waktu akan direkam dan disimpan kedalam memori, Interval waktu yang digunakan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengambilan data, pada survai ini digunakan interval *Daily* sehingga data yang direkam akan disalin setiap hari (24 jam) kedalam 1 file. Proses pencatatan data yang digunakan adalah *Vehicle by vehicle* sehingga alat akan mencatat setiap kendaraan yang melintasi sensor.

Layout penempatan sensor dan alat (data logger) digambar dalam Gambar 3-3



Gambar 3.3 Skema Pemasangan Sensor Dan Data Logger

Pada tahun 2010 direncanakan pengambilan data beban kendaraan akan dilaksanakan selama 3 hari pengamatan.

3.3 Teknik Analisis Data

3.3.1 Beban Kendaraan

Data yang didapat dianalisis untuk mendapatkan Faktor Perusak Jalan (*Vehicle Damaging Factor* – VDF) dari tiap jenis kendaraan, dimana nilai atau besarnya kerusakan jalan ini ditentukan berdasarkan berat sumbu (P) dan jenis konfigurasi gandar.

Perhitungan faktor perusak jalan dilakukan dengan memisahkan data berdasarkan jenis kendaraan dan konfigurasi gandar, kemudian data dinormalisasi untuk setiap jenisnya dengan memperhatikan berat setiap sumbu dan panjang kendaraan. Tahapan selanjutnya secara statistik diurut berdasarkan nilai maksimum, minimum dan rata-rata untuk setiap konfigurasi sumbu sehingga diketahui persentase serta frekuensi data tersebut.

Nilai data rata-rata digunakan dalam perhitungan rata-rata faktor perusak jalan berdasarkan konfigurasi sumbu. yaitu sumbu tunggal, sumbu tandem, dan sumbu triple.

4. PEMBAHASAN HASIL YANG DICAPAI

4.1 Penyusunan Pedoman Penentuan Beban Sumbu Kendaraan

4.2 Kajian Literatur

Kegiatan kajian literatur dalam penyusunan pedoman diambil dari hasil referensi dari dalam dan luar negeri yang meliputi :

- a. Teknologi Penimbangan Beban Sumbu Kendaraan (P)
- b. Jenis Kendaraan

4.3 Kerangka R0

Penyusunan pedoman hingga saat ini baru mencapai tahap konsep dan masih dalam proses diskusi dengan tim teknis untuk melengkapi kesempurnaan dari pedoman ini. Berikut ini adalah outline konsep pedoman penentuan beban sumbu kendaraan.

KONSEP PEDOMAN PENENTUAN BEBAN SUMBU KENDARAAN (P)

Prakata

Daftar Isi

Pendahuluan

1. Ruang Lingkup
2. Acuan Normatif
3. Istilah dan Definisi
4. Ketentuan Umum

4.1 Teknologi dan Metoda Pengumpulan Data Beban Kendaraan

4.1.1 Survei Beban Sumbu Kendaraan Metoda Statis

4.2.2 Survei Beban Sumbu Kendaraan Cara Dinamis

4.2 Pelaksanaan Survei Penimbangan Beban Sumbu Kendaraan

4.3 Pengelompokan Jenis Kendaraan

4.4 Durasi Survei

4.5 Kriteria Lokasi

4.6 Kriteria Peralatan dan Perangkat Lunak

4.7 Kriteria Personil

4.8 Keamanan, Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan Pelaksanaan Survei

4.9 Pengolahan Data

4.10 Kebutuhan Penunjang Kegiatan Survei

4.11 Prosedur Keadaan Darurat

5. Ketentuan Teknis

5.1 Metoda Statis

5.1.1 Alat Timbang

5.1.2 Alat ukur Dimensi Elemen Kendaraan

5.1.3 Processing dan Penyimpanan Data

5.2 Metoda Dinamis

5.2.1 Alat Timbang

5.2.2 Prosesing dan Penyimpanan Data

5.2.3 Personil

5.2.4 Data

5.2.5 Format data

5.2.6 Analisis

Lampiran 1

Perhitungan Faktor Daya Perusak Kendaraan (VDF)

Lampiran 2

Alat Timbang Portable & Kapasitasnya

Lampiran 3

Contoh Transformasi Data Luaran Metoda Otomatis

Lampiran 4

Contoh Penyesuaian Pengelompokan Jenis Kendaraan Berdasarkan Standar Alat kedalam Kelompok Jenis Kendaraan di Indonesia (Bina Marga)

Lampiran 5

Prosedur Pelaksanaan Survei Penimbangan Metoda Manual (statis) dalam Bentuk Bagan Alir

Lampiran 6

Prosedur Pelaksanaan Survei Penimbangan Metoda Otomatis (dinamis) dalam bentuk Bagan alir

Lampiran 7

Prosedur Pengelolaan Data Hasil Metoda Otomatis dan Manual (penyimpanan data)

Lampiran 8

Prosedur Pemeriksaan dan Pembersihan Data Error untuk Data Hasil Manual dan Otomatis. (apabila terjadi kesalahan penulisan dll)

Lampiran 9

Prosedur Perambuan Sementara

Lampiran 10

Zonasi Beban Sumbu Kendaraan (P)

4.4 Draft Pedoman Penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P)

Telah tersusun draft pedoman penentuan beban sumbu kendaraan (P). Draft pedoman terlampir dalam penyajian laporan akhir.

4.5 Diskusi Internal

Tim studi menyusun pedoman dengan melakukan diskusi intern antara anggota studi dan mengkaji berbagai referensi baik dari dalam maupun luar negeri

5. REALISASI PELAKSANAAN LITBANG

5.1 Personil

Nama personil, jenjang pendidikan tiap anggota, bidang keahlian serta alokasi waktu untuk setiap anggota tim studi ditampilkan pada tabel 5-1.

Tabel 5-1 Personil Kegiatan

No	Jabatan	Nama	Pendidikan	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu
1	Ketua Paket Kerja	Untung Cahyadi, S.ST.	D4	Lalu lintas	
2	Peneliti	Andri Yuniardi, S.T.	S1	Lalu lintas	
		Joko Pamungkas, S.ST.	D4	Lalu lintas	
		Wawan Dwi Haksoro, S.T.	S1	Lalu Lintas	
		Ade Solihin, S.T.	S1	Lalu Lintas	
		Nathaniel B., S.H.	S1	Administrasi	
5	Nara Sumber	Ir. Salim Mahmud, MPhil	S2	Perkerasan	
		DR. Ir. Siegfred, M.Sc	S3	Perkerasan	

5.2 Jadwal Kegiatan

Jadwal pelaksanaan kegiatan tahun 2011, ditampilkan pada tabel 5-2.

Tabel 5-2 Jadwal Kegiatan

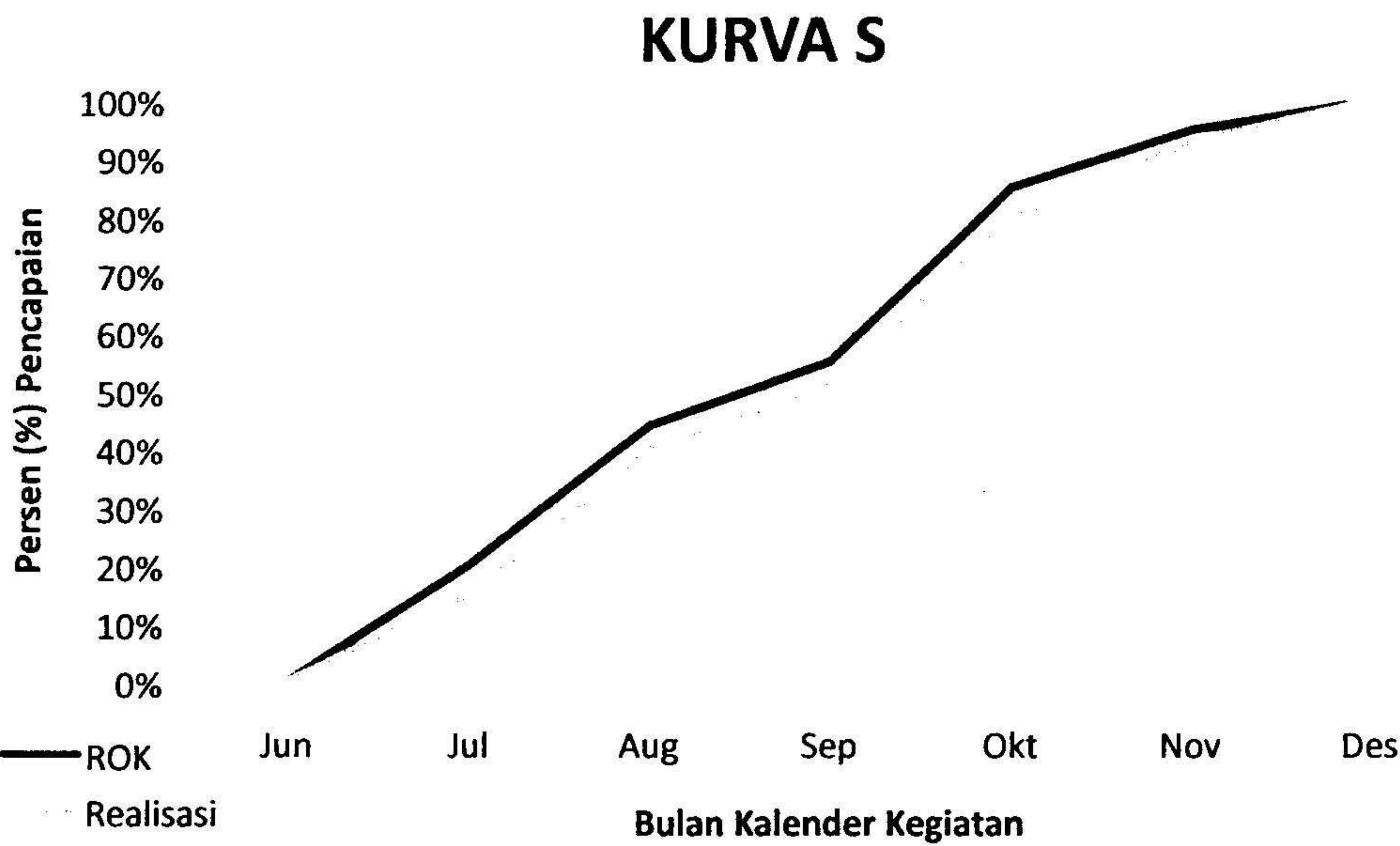
No	Tahapan Kegiatan	Luaran per tahapan	Bobot Kumulatif (%)	Bulan ke											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Persiapan	Penyusunan dan perbaikan ToR	2%												
2	tahap awal	kebutuhan	5%												
3	Penyusunan Laporan Pendahuluan	Laporan Pendahuluan	20%												
4	Kajian pustaka	Pokok-pokok	45%												
5	Penyusunan Laporan Antara	Laporan Antara	60%												
6	Penyusunan konsep kebijakan Volume Lalu lintas	Rumusan konsep kebijakan Volume Lalu lintas	80%												
7	Penyusunan Draft Laporan Akhir	Draft Laporan Akhir Penyusunan Pedoman Survai Volume Lalu lintas	90%												
8	Penyusunan laporan Konsep Pedoman Survai Volume Lalu lintas	Laporan Penyusunan dan Konsep Pedoman Survai Volume Lalu lintas	95%												
9	Penyusunan Laporan Akhir dan Konsep Pedoman Survai Volume Lalu lintas	Laporan Akhir dan Konsep Pedoman (R0) Survai Volume Lalu lintas Final	100%												

5.3 Rincian Anggaran

Total anggaran yang dibutuhkan untuk pelaksanaan kegiatan Penyusunan R0 Penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P) yaitu sejumlah Rp.51.210.000 (Limapuluh satu juta dua ratus sepuluh ribu rupiah), dengan rincian pada tabel berikut ini:

Tabel 5-3 Rincian Anggaran Kegiatan Penyusunan R0 Penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P)

URAIAN	ALOKASI (Rp)	PENYERAPAN SAMPAI DENGAN BULAN INI (RP)	SALDO SAMPAI DENGAN BULAN INI (RP)
BELANJA BAHAN	4.200.000	4.200.000	0
HONOR YANG TERKAIT DENGAN OUTPUT KEGIATAN	16.260.000	16.260.000	0
BELANJA BARANG NON OPERASIONAL	-	-	-
BELANJA SEWA	1.350.000	1.350.000	-
BELANJA JASA PROFESI	27.600.000	27.600.000	-
BELANJA JASA LAINNYA	-	-	-
BELANJA PERJALANAN LAINNYA	1.800.000	1.800.000	-
TOTAL	51.210.000	51.210.000	0



6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penyusunan laporan akhir pedoman penentuan beban sumbu kendaraan (P) adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data beban sumbu kendaraan dapat dilakukan dengan dua metoda yaitu metoda statis dan metoda dinamis.
2. Pemilihan metoda tergantung pada kemampuan dan kesanggupan dari sumber daya pembina jalan atau pengguna jalan.
3. Telah disepakati bahwa ruang lingkup dalam penyusunan pedoman penentuan beban sumbu kendaraan dibatasi sampai dengan bagaimana cara mengumpulkan data beban sumbu kendaraan (P).
4. Analisis lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa formulasi yang sudah ada dan umum digunakan seperti Bina Marga, TRL dan NASRAA.
5. Zonasi Beban Sumbu Kendaraan (P) yang terlampir dalam pedoman adalah contoh dari pengelompokan beban sumbu kendaraan dari beberapa ruas jalan nasional di pulau Jawa ke dalam suatu zona dengan mempertimbangkan aspek tipikal jalan, memiliki karakteristik lalu lintas yang meliputi komposisi kendaraan, beban, LHR yang mirip, fungsi wilayah dan tataguna lahan di sekitar ruas jalan yang dikelompokkan.

LAMPIRAN

R0 Pedoman Penentuan Beban Sumbu Kendaraan

KONSEP PEDOMAN

Penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P)

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM

Prakata

Pedoman Penentuan Beban Sumbu Kendaraan (P) ini dimaksudkan sebagai panduan yang dapat digunakan oleh pembina jalan atau stakeholder bidang jalan untuk pelaksanaan pengumpulan data beban sumbu kendaraan sebagai input dalam perhitungan faktor merusak kendaraan (VDF).

Pedoman ini dilatar belakangi oleh adanya kebutuhan data beban sumbu kendaraan yang sesuai dengan kondisi lalu lintas di Indonesia yang diperlukan dalam analisis perencanaan, pemeliharaan dan peningkatan perkerasan jalan.

Pedoman ini disusun berdasarkan kajian literatur dari beberapa negara yang telah mengaplikasikan program pengumpulan data beban sumbu kendaraan baik secara menerus maupun sesaat. Selain itu dalam pedoman ini disertakan pengalaman penimbangan beban sumbu kendaraan yang telah dilakukan di Indonesia oleh pembina jalan dengan metoda otomatis dan manual.

Dalam pedoman ini dibahas terminologi tentang penimbangan kendaraan, metoda penimbangan, pembagian jenis kendaraan, pengelolaan dan analisis data.

Tujuan penyusunan pedoman ini adalah diperolehnya keseragaman dalam metoda yang dapat digunakan oleh pembina jalan dan stakeholder bidang perkerasan jalan.

Tata cara penulisan pedoman ini mengacu pada pedoman dari Badan Standardisasi Nasional No. 8 Tahun 2000.

Daftar Isi

Prakata	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	i
Daftar Gambar	i
Pendahuluan.....	ii
1. Ruang lingkup	1
2. Acuan normatif.....	1
3. Istilah dan definisi	1
3.1 Faktor daya merusak kendaraan (VDF)	1
3.2 Jalan	1
3.3 Kendaraan Penumpang.....	1
3.4 Truk.....	2
3.5 Alat Timbang.....	2
3.6 Beban sumbu.....	2
3.7 Sensor	2
3.8 Konfigurasi Sumbu	2
4. Ketentuan Umum.....	2
4.1 Metoda Pengumpulan Data Beban Kendaraan	2
4.1.1 <i>Survei Beban Sumbu Kendaraan Metoda Statis</i>	2
4.1.2 <i>Survei Beban Sumbu Kendaraan Cara Dinamis</i>	3
4.2 Pelaksanaan Survei Penimbangan Beban Sumbu Kendaraan	3
4.3 Pengelompokan Jenis Kendaraan.....	5
4.4 Durasi Survei	5
4.5 Kriteria Lokasi	5
4.6 Kriteria Peralatan dan Perangkat lunak.....	5
4.7 Kriteria Personil	6
4.8 Keamanan, Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan Pelaksanaan Survei	7
4.9 Pengelohan Data	8
4.10 Kebutuhan Penunjang Kegiatan Survei.....	8
4.11 Prosedur Keadaan Darurat.....	8
5. Ketentuan Teknis	9
5.1 Metoda Statis.....	9
5.1.1 <i>Alat Timbang</i>	9
5.1.2 <i>Alat Ukur Dimensi Elemen Kendaraan</i>	9
5.1.3 <i>Prosesing dan Penyimpan data</i>	10
5.2 Metoda Dinamis.....	10
5.2.1 <i>Alat Timbang</i>	10
5.2.2 <i>Prosesing dan Penyimpan Data</i>	13
5.2.3 <i>Personil</i>	15
5.2.4 <i>Data</i>	15
5.2.5 <i>Format Data</i>	15
5.2.6 <i>Analisis</i>	15
Lampiran 1	16
Lampiran 2	23

Lampiran 3 24

Lampiran 4 25

Lampiran 5 26

Lampiran 6 27

Lampiran 7 28

Lampiran 8 29

Lampiran 9 30

Lampiran 10 35

Bibliografi 47

Daftar Tabel

TABEL 1 PERBANDINGAN KARAKTERISTIK SENSOR DAN ALAT TIMBANG 11

TABEL 2 FORMULA DAYA PERUSAK DAN KONFIGURASI MUATAN KENDARAAN 16

TABEL 3 BESARAN NILAI DAYA PERUSAK SETIAP SUMBU RODA MENURUT KONFIGURASI MST 8
TON 16

TABEL 4 CONTOH PERHITUNGAN JENIS TRUK KONFIGURASI SUMBU 1.2 17

TABEL 5 CONTOH PERHITUNGAN JENIS TRUK KONFIGURASI SUMBU 1.22 18

TABEL 6 CONTOH PERHITUNGAN JENIS TRUK KONFIGURASI SUMBU 1.22-22 19

TABEL 7 CONTOH PERHITUNGAN JENIS TRUK KONFIGURASI SUMBU 1.22-222 20

TABEL 8 CONTOH PERHITUNGAN JENIS TRUK KONFIGURASI SUMBU 1.2+2.2 21

TABEL 9 CONTOH PERHITUNGAN JENIS TRUK KONFIGURASI SUMBU 1.22+2.2 22

TABEL 10 PENYESUAIAN BEBERAPA SKEMA PEMBAGIAN JENIS KENDARAAN..... 25

TABEL 11 DIAGRAM ALIR SURVAI PENIMBANGAN METODA MANUAL 26

TABEL 12 UKURAN RAMBU 31

TABEL 13 ZONASI BEBAN SUMBU KENDARAAN PULAU JAWA..... 35

TABEL 14 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 1..... 37

TABEL 15 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 2..... 38

TABEL 16 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 3..... 39

TABEL 17 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 4..... 40

TABEL 18 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 5 41

TABEL 19 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 6..... 42

TABEL 20 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 7 43

TABEL 21 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 8..... 44

TABEL 22 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 9..... 45

TABEL 23 BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) ZONA 10..... 46

Daftar Gambar

GAMBAR 1 PENIMBANGAN MANUAL KENDARAAN TRUK 23

GAMBAR 2 PENIMBANGAN MANUAL KENDARAAN MOBIL PENUMPANG..... 23

GAMBAR 3 CONTOH LUARAN METODA OTOMATIS 24

GAMBAR 4 CONTOH TRANSFORMASI DATA KE FORMAL TABULASI 24

GAMBAR 5 DIAGRAM ALIR SURVAI PENIMBANGAN METODA OTOMATIS..... 27

GAMBAR 6 PROSEDUR PENGOLAHAN DATA HASIL METODA OTOMATIS DAN MANUAL 28

GAMBAR 7 LAYOUT AREA KERJA..... 31

GAMBAR 8 LAYOUT PERAMBUAN SEMENTARA..... 32

GAMBAR 9 LAYOUT PENEMPATAN KENDARAAN SURVAI DALAM AREA KERJA..... 32

GAMBAR 10 LAYOUT DETOUR ARUS LALULINTAS MENGGUNAKAN BAHU JALAN 33

GAMBAR 11 LAYOUT PENGATURAN ARUS LALULINTAS MENGGUNAKAN SISTIM TUTUP BUKA .. 33

GAMBAR 12 ZONASI BEBAN SUMBU KENDARAAN (P) PULAU JAWA 36

Pendahuluan

Data beban kendaraan merupakan salah satu kunci dalam perencanaan perkerasan jalan. Data beban kendaraan yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan adalah beban gandar (sumbu) dari setiap jenis kendaraan yang kemudian dihitung untuk mengetahui faktor kerusakan akibat kendaraan (*vehicle damaging factor*). Faktor perusak kendaraan bervariasi berdasarkan sumbu kendaraan, konfigurasi sumbu, medan jalan dan jenis jalan.

Ketersediaan data beban sumbu kendaraan di Indonesia saat ini relatif terbatas, dimana tidak seluruh ruas jalan telah dilakukan pengumpulan data beban kendaraan. Terbatasnya kemampuan dalam pembiayaan, ketersediaan SDM, peralatan dan waktu untuk pengumpulan merupakan penyebab dari ketersediaan data tersebut.

Pengumpulan data beban sumbu kendaraan dapat dilakukan menggunakan metoda manual dan otomatis. Metoda manual menggunakan alat timbang dengan memberhentikan kendaraan dan menimbang setiap sumbu kendaraan menggunakan alat penimbang portable. Pada metoda otomatis penimbangan dilakukan menggunakan beberapa sensor dan peralatan pembaca dan penyimpan data beban sumbu dan jenis kendaraan. Setiap metoda memiliki konsekuensi berupa kelebihan dan kekurangan baik dari segi kinerja, kemudahan pelaksanaan serta kebutuhan biaya untuk pelaksanaannya.

Pedoman ini disusun untuk menyeragamkan pelaksanaan pengumpulan data beban sumbu kendaraan. Dalam pedoman ini mempertimbangkan variasi metoda, peralatan pengumpulan data, sehingga pembina jalan dapat memilih salah satu metoda yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan dari pembina jalan dalam pelaksanaan .

1. Ruang lingkup

Lingkup pedoman ini terdiri atas ketentuan umum dan ketentuan teknis yang berhubungan dengan survai pengumpulan data beban sumbu kendaraan (P). Dalam pedoman ini diuraikan tentang tahapan dan metoda, kriteria lokasi, pengelompokan jenis kendaraan, durasi survai, kriteria peralatan, personil, keamanan, kelancaran dan keselamatan pelaksanaan survai serta pengolahan data.

2. Acuan normatif

1. Bina Marga tentang Tata Cara Pencacahan Penentuan Volume Lalulintas Cara Manual .

3. Istilah dan definisi

3.1 Faktor daya merusak kendaraan (VDF)

Faktor yang berpengaruh terhadap kerusakan jalan meliputi kekuatan jalan, volume lalulintas serta beban kendaraan.

Perbandingan faktor merusak kendaraan dari suatu sumbu jenis kendaraan terhadap sumbu standar (8,16 ton).

3.2 Jalan

Jalan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalulintas, yang berada pada permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan, kecuali kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

3.3 Kendaraan Penumpang

Kendaraan penumpang adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi sebanyak-banyaknya 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.

3.4 Truk

Truk adalah kendaraan bermotor untuk mengangkut barang, disebut juga sebagai *mobil barang*. Dalam bentuk yang kecil mobil barang disebut sebagai *pick-up*, sedangkan bentuk lebih besar dengan 3 sumbu, 1 di depan dan tandem di belakang disebut sebagai truk tronton, sedang yang digunakan untuk angkutan peti kemas dalam bentuk tempelan disebut sebagai truk gandeng (*trailer*).

3.5 Alat Timbang

Alat timbang adalah seperangkat alat untuk menimbang kendaraan barang/truk yang dapat dipasang secara tetap atau alat yang dapat dipindah-pindahkan (*portable*) yang digunakan untuk mengetahui berat kendaraan beserta muatannya.

3.6 Beban sumbu

Beban sumbu adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap jalan; Beban tersebut selanjutnya didistribusikan ke fondasi jalan, bila daya dukung jalan tidak mampu menahan muatan sumbu maka jalan akan rusak. Oleh karena itu ditetapkanlah Muatan Sumbu Terberat (MST) yang bisa melalui suatu kelas jalan tertentu.

3.7 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi dimensi kendaraan dengan prinsip kerja menurut respon kendaraan yang melintas di atasnya.

3.8 Konfigurasi Sumbu

Susunan sumbu suatu kendaraan yang biasa digunakan sebagai dasar dalam penentuan jenis kelas kendaraan.

4. Ketentuan Umum

4.1 Metoda Pengumpulan Data Beban Kendaraan

4.1.1 Survei Beban Sumbu Kendaraan Metoda Statis

Survei penimbangan sumbu kendaraan cara statis dilakukan menggunakan alat penimbang kendaraan sederhana yang dapat dipindah tempatkan. Penimbangan dilakukan dengan memberhentikan kendaraan diatas timbangan yang diletakkan

diasap perkerasan jalan atau disimpan dalam perkerasan jalan. Proses penimbangan harus dilakukan diluar lajur lalulintas atau pada lokasi khusus yang dirancang untuk pelaksanaan penimbangan. Pada metoda ini diperlukan beberapa personil untuk memberhentikan dan membimbing kendaraan menuju tempat penimbangan, personil pencatat beban dan wawancara, personil pengukur dimensi kendaraan dan petugas pengatur kelancaran lalulintas. Survei dengan metoda statis umumnya dilakukan untuk durasi singkat sebagai pengkinian data hasil pengukuran metoda menerus otomatis.

4.1.2 Survei Beban Sumbu Kendaraan Cara Dinamis

Survei dengan metoda otomatis dilakukan menggunakan peralatan dan sensor penimbang sumbu kendaraan yang dipasang di atas perkerasan jalan. Penimbangan kendaraan pada metoda ini tidak perlu memberhentikan kendaraan, data beban sumbu kendaraan dan jenis kendaraan dihasilkan dari pembacaan sensor pada saat kendaraan melintas di atasnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pembacaan antara lain : kecepatan kendaraan, antrian kendaraan, kondisi perkerasan. Kecepatan kendaraan yang terlalu tinggi cenderung menimbulkan pembacaan menjadi lebih rendah. Jarak antara kendaraan yang terlalu rapat akan mempengaruhi penentuan jenis kendaraan. Umumnya kecepatan kendaraan yang dianjurkan dalam proses penimbangan antara 40 km/jam hingga 70 km/jam. Sensor yang digunakan dalam metoda ini adalah sensor penimbang sumbu kendaraan dan sensor pengukur panjang kendaraan.

4.2 Pelaksanaan Survei Penimbangan Beban Sumbu Kendaraan

Kegiatan survei penimbangan beban sumbu kendaraan harus terdiri atas beberapa tahapan:

1. Perencanaan, penentuan lokasi pelaksanaan survei, jenis alat dan metoda yang akan digunakan serta penyusunan jadwal kegiatan.
2. Persiapan, memuat penyusunan tim pelaksana, persiapan peralatan pengukur dan peralatan penunjang, pengadaan bahan, administrasi perijinan dan koordinasi.

3. Survei Pendahuluan, untuk memastikan lokasi survei sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan metoda yang akan digunakan.
4. Mobilisasi personil dan alat, untuk memastikan bahwa seluruh personil dan peralatan dalam kondisi aman.
5. Instalasi alat timbang, untuk metoda manual dengan menggunakan alat penimbang kendaraan sederhana, harus dipastikan ketersediaan lahan.
6. Instalasi alat timbang untuk pelaksanaan dengan metoda otomatis maupun menerus dimana digunakan peralatan timbang yang lengkap diperlukan waktu instalasi yang relatif lama serta melibatkan banyak personil. Apabila diperlukan penutupan lajur lalu lintas untuk instalasi sensor maka harus dilakukan koordinasi dengan pihak kepolisian untuk memastikan kelancaran lalu lintas dan keselamatan pengguna jalan.
7. Perekaman data lapangan. Untuk perekaman data cara manual dilakukan dengan mencatat nilai hasil penimbangan pada formulir survei, timbangan kendaraan telah dilengkapi dengan program pembaca dan penyimpan pada komputer, data hasil penimbangan langsung tersimpan dalam memori komputer. Untuk penimbangan cara otomatis menggunakan program khusus dalam komputer, perekaman data akan langsung tersimpan secara otomatis pada data logger dan komputer.
8. Pengolahan dan analisis data, tahapan ini dilakukan setelah data terkumpul dan terverifikasi .
9. Pelaporan terdiri atas pelaporan kegiatan survei yang berisi tentang berita acara pelaksanaan survei yang dilengkapi dengan catatan kejadian penting. Laporan kedua berupa laporan hasil pengolahan dan analisis data yang memuat data beban sumbu kendaraan menurut konfigurasi sumbu dan jenis kendaraan.
10. Pelaksanaan survei penimbangan beban sumbu kendaraan harus dipastikan tidak mengganggu kelancaran lalu lintas, keamanan dan keselamatan pengguna jalan.

4.3 Pengelompokan Jenis Kendaraan

Pengelompokan jenis kendaraan yang digunakan dalam pelaksanaan survei baik secara menerus ataupun sesaat harus dapat mengakomodir atau sesuai dengan populasi jenis kendaraan di Indonesia atau sesuai dengan populasi kendaraan di lokasi survei.

4.4 Durasi Survei

Durasi survei harus ditentukan terlebih dahulu dengan menyesuaikan sifat kebutuhan pemenuhan data. Dalam penentuan durasi survei harus mempertimbangkan ketersediaan sumber daya pendanaan, alat dan personil pelaksanaan.

4.5 Kriteria Lokasi

Penilaian kondisi yang sesuai kriteria dilakukan dalam tahap survei pendahuluan atau survei penentuan lokasi. Beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh lokasi survei antara lain:

1. Lokasi survei harus dapat memenuhi kebutuhan ruang untuk pemasangan dan penyimpanan alat survei baik diatas perkerasan jalan maupun dipinggir jalan.
2. Datar dan rata, ruas jalan yang akan dijadikan lokasi survei harus dalam keadaan datar dan rata untuk mengurangi faktor perubahan kecepatan kendaraan akibat akselerasi atau deselerasi serta dan mengurangi pengaruh pergerakan dinamis kendaraan
3. Perkerasan ruas jalan harus dalam kondisi mantap tidak bergelombang dan tidak berlubang dan harus kuat menahan beban sumbu kendaraan.

4.6 Kriteria Peralatan dan Perangkat lunak

1. Seluruh peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penimbangan beban sumbu kendaraan harus memenuhi kriteria sebagai berikut:
2. Seluruh sensor atau alat yang digunakan dalam survei harus memiliki kapasitas yang sesuai dengan berat sumbu kendaraan yang akan ditimbang.
3. Seluruh sensor atau alat yang digunakan dalam survei penimbangan harus dipastikan dalam keadaan baik serta telah dikalibrasi.

4. Untuk pelaksanaan survei metoda otomatis, peralatan survei yang digunakan harus dapat mengeluarkan data minimum dimensi kendaraan, jumlah gandar serta berat masing-masing gandar.
5. Seluruh sensor atau alat yang digunakan harus dapat diatur dalam penentuan kebutuhan durasi penimbangan serta pembagian jenis kendaraan sesuai dengan kebutuhan survei yang diinginkan.
6. Seluruh sensor atau alat harus dapat bekerja baik dalam seluruh kondisi lalulintas dan kondisi cuaca.
7. Untuk penimbangan beban sumbu kendaraan yang menggunakan peralatan dengan pengendali berupa perangkat lunak harus memenuhi kriteria sebagai berikut:
8. Perangkat lunak yang berfungsi sebagai fasilitas setting atau pengendali alat atau sensor penimbang harus dapat beroperasi dalam platform program umum, mudah dipahami dan mudah dioperasikan
9. Data luaran perangkat lunak yang berfungsi sebagai pengolah data hasil penimbangan harus dapat diolah atau dapat dirubah dalam format program pengolah yang umum.

4.7 Kriteria Personil

Seluruh personil pelaksana survei penimbangan sumbu harus memahami tujuan survei. Kriteria personil yang harus dipenuhi antara lain:

1. Personil pelaksana survei harus terorganisasi dengan baik terdiri dari koordinator, penyelia, teknisi pelaksana dan tenaga pendukung.
2. Personil survei harus dapat memahami dan mengerti sistem kerja dari sensor atau peralatan penimbang kendaraan
3. Personil survei harus dapat mengoperasikan peralatan survei sesuai dengan kebutuhan pemenuhan data dan dapat melakukan perbaikan apabila terjadi masalah yang berhubungan dengan peralatan sehingga survei dapat berlanjut lancar

4. Personil survei harus memahami prosedur perambuan sementara yang diperlukan dalam pelaksanaan survei, hal ini dimaksud sebagai jaminan keselamatan personil, alat serta pengguna jalan lainnya.

4.8 Keamanan, Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan Pelaksanaan Survei

Sebagai jaminan kelancaran pelaksanaan survei, beberapa kriteria umum yang dipenuhi antara lain:

1. Keamanan, selama persiapan dan pelaksanaan survei harus dipastikan bahwa personil, alat dan pengguna jalan terhindar dari bahaya yang mungkin timbul selama pelaksanaan survei.
2. Keselamatan, selama persiapan dan pelaksanaan survei harus dipastikan bahwa fasilitas keamanan personil dan perambuan untuk pengguna jalan tersedia dan dalam kondisi baik.
3. Kesehatan, selama persiapan dan pelaksanaan survei harus dipastikan bahwa seluruh peralatan dan bahan yang digunakan tidak membahayakan kesehatan personil serta pengguna jalan. Fasilitas penangkal atau pereduksi dampak gangguan kesehatan harus tersedia dan siap untuk digunakan pada kondisi dimana peralatan atau bahan yang digunakan memiliki potensi yang dapat mengganggu kesehatan personil atau pengguna jalan.
4. Kelancaran lalu lintas, selama pelaksanaan survei perlu dipasang perambuan sementara di sekitar site penimbangan untuk memberikan informasi kepada pengguna jalan bahwa lokasi tersebut sedang dilakukan survei penimbangan beban kendaraan. Pada lokasi pengujian diperlukan petugas pengatur kelancaran lalu lintas kendaraan.
5. Lingkungan, selama persiapan dan pelaksanaan survei harus dipastikan bahwa seluruh kegiatan survei, penggunaan peralatan dan bahan tidak berdampak pada kerusakan lingkungan. Pada kondisi dimana pelaksanaan, peralatan dan bahan yang digunakan memiliki potensi terhadap kerusakan atau gangguan lingkungan, fasilitas penangkal atau pereduksi dampak gangguan kerusakan lingkungan harus tersedia dan

siap untuk digunakan. Seluruh sisa bahan yang digunakan dalam pelaksanaan survei harus dipastikan tidak dibuang di lokasi survei, namun dibawa dan dibuang di fasilitas pengelolaan limbah bahan yang baku.

4.9 Pengelohan Data

Data hasil survei penimbangan metoda otomatis atau manual harus dapat dipahami serta dipastikan telah diperiksa kelengkapan dan keasliannya. Data dipilah menurut waktu pelaksanaan, arah lalu lintas sesuai dengan kebutuhan analisis tertentu. Data hasil penimbangan di lapangan harus tersimpan aman dan diserahkan oleh penyelia survei kepada petugas pengolah di laboratorium.

4.10 Kebutuhan Penunjang Kegiatan Survei

Seluruh kebutuhan penunjang kegiatan survei seperti peralatan penunjang berupa sumber daya energi, perambuan sementara, peralatan dokumentasi serta bahan yang digunakan harus dipastikan dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan survei serta dalam kondisi baik.

4.11 Prosedur Keadaan Darurat

Prosedur keadaan darurat yang dimaksud adalah penghentian survei baik sementara atau keseluruhan yang diakibatkan oleh terjadinya kejadian yang dapat mengganggu pelaksanaan survei, mengancam keselamatan personil atau pengguna jalan seperti kecelakaan lalu lintas di lokasi survei atau terjadi bencana alam. Pemberhentian survei diputuskan oleh penyelia survei dengan persetujuan koordinator. Waktu dan penyebab pemberhentian survei harus dicatat dan dilaporkan dalam laporan kegiatan survei oleh penyelia survei.

5. Ketentuan Teknis

5.1 Metoda Statis

5.1.1 Alat Timbang

Seluruh peralatan timbang yang digunakan dalam pengujian harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Alat timbang portable yang digunakan harus akurat dan terkalibrasi.
2. Kalibrasi dilakukan oleh badan khusus pelaksana kalibrasi yang tersertifikat.
3. Kemampuan alat timbang portable harus memiliki kapasitas minimum 10 ton untuk setiap roda dengan akurasi maksimal 5 kg.
4. Alat timbang harus dilengkapi dengan jarum penunjuk atau display digital dengan jumlah angka hingga 5 digit.
5. Alat timbang yang digunakan harus dapat menahan beban sumbu roda.
6. Alat timbang harus dapat diangkat atau dipindahkan dengan mudah.
7. Alat timbang harus dapat digunakan dalam semua kondisi cuaca dan dilengkapi dengan lapisan kedap debu dan air.
8. Permukaan alat timbang harus dilengkapi dengan alur atau gerigi dan tidak licin. Dimensi permukaan alat timbang minimal sama dengan dua kali lebar telapak ban kendaraan terbesar.
9. Untuk alat timbangan yang dilengkapi perangkat lunak pengendali, harus dapat mengeluarkan data berat sumbu kendaraan dan identitas waktu pelaksanaan secara otomatis.

5.1.2 Alat Ukur Dimensi Elemen Kendaraan

Alat untuk mengukur dimensi kendaraan harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Akurat dan dalam kondisi baik
2. Ukuran ringkas, mudah digunakan dan hasil pengukuran harus dapat terbaca dengan jelas.

3. Kemampuan ukur dari alat ukur minimum 5 meter dilengkapi dengan pecahan nilai maksimal 1 sentimeter.
4. Material, bentuk dan dimensi alat ukur harus ergonomis.
5. Untuk alat ukur digital, akurasi pengukuran hingga 2 digit, kuat terhadap kondisi cuaca, mudah digunakan dan terkalibrasi.

5.1.3 Prosesing dan Penyimpan data

Proses dan penyimpanan data harus terstruktur dan tersusun untuk memudahkan proses pengolahan, analisis dan pelaporan. Data yang terkumpul harus dipastikan mudah diakses dan tersimpan dalam kondisi utuh.

5.2 Metoda Dinamis

5.2.1 Alat Timbang

Seluruh alat penimbang kendaraan yang ada hingga saat ini menggunakan sensor tekanan roda kendaraan. Jenis sensor yang umum digunakan dibedakan berdasarkan penempatan sensor, yakni :

1. Sensor datar yang dipasang diatas permukaan perkerasan seperti: capacitance pad, piezo electric dan load cell pada weigh scale
2. Ukuran Kecil , dipasang dalam perkerasan jalan seperti: fiber-optic, piezo cable dan piezo quartz
3. Ukuran besar, dipasang dalam perkerasan jalan seperti: bending plates, hydraulic load cell
4. Dipasang pada struktur jalan seperti pada : jembatan dan Culvert WIM

Perbedaan beberapa sensor menurut karakteristik kemampuan, kemudahan instalasi, biaya yang diperlukan serta pertimbangan lainnya, secara rinci diuraikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Karakteristik Sensor dan Alat Timbang

No	Tipe sensor	Kelebihan	Pertimbangan
1	Piezoceramic Cable	Mudah, instalasi cepat dibandingkan dengan sistem WIM lainnya Umumnya lebih murah dari sistem WIM lainnya Banyak diproduksi	Sensitif terhadap perubahan suhu Akurasi terganggu oleh struktur jalan Instalasi memerlukan ketelitian Instalasi murah dan mudah seringkali menyebabkan perubahan posisi dan menghasilkan penurunan akurasi pembacaan
2	Piezopolymer	Termudah, instalasi tercepat dibandingkan dengan sistem WIM yang lainnya Umumnya lebih murah dari sistem WIM lainnya Banyak diproduksi	Sensitif terhadap perubahan suhu Akurasi terganggu oleh struktur jalan Instalasi memerlukan ketelitian Instalasi murah dan mudah seringkali menyebabkan perubahan posisi dan menghasilkan penurunan akurasi pembacaan
3	Piezoquartz	Termudah, instalasi tercepat dibandingkan dengan beberapa sistem WIM yang lainnya Lebih murah bila sensor digunakan untuk jangka waktu yang lama Sensor sangat akurat	Lebih mahal dari teknologi piezo yang lain Membutuhkan multi-sensor per lajur Membutuhkan perawatan lebih intensif Sensor tidak berumur panjang

No	Tipe sensor	Kelebihan	Pertimbangan
		Sensor tidak sensitif terhadap suhu Telah banyak dikembangkan	Akurasi dipengaruhi oleh struktur jalan
4	Bending Plate	Frame sensor terpisah dari struktur perkerasan Cocok terhadap semua jenis ban Biaya sedang Sensor tidak sensitif terhadap suhu Teknologi telah tersebar	Instalasi lebih lama dibandingkan sistem piezo Beberapa pernah mengalami kegagalan, walaupun yang lainnya dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama
5	Load Cell	Cocok terhadap semua jenis ban Seringkali dianggap sebagai teknologi WIM konvensional yang paling akurat Beberapa sistem dapat berumur panjang	Sistem WIM termahal Membutuhkan kontruksi yang rumit Biaya yang efektif jika dipasang dan dirawat untuk jangka waktu yang lama
6	Fiber Optic	Teknologi baru	Teknologi baru, belum teruji Belum didukung oleh pabrik Akurasi terpengaruh oleh struktur jalan
7	Subsurface Frame Strain-Gauge System	Sistem dirancang untuk menghilangkan dampak beban pada sensor, meningkatkan ketahanan alat	Teknologi terbaru, sedang diuji di AS Akurasi dari output menggunakan software yang ada Akurasi terpengaruh jika struktur

No	Tipe sensor	Kelebihan	Pertimbangan
			perkerasan bervariasi
			Mahal, instalasi memakan waktu yang lama
8	Multiple Sensor Systems (Piezo, Bending Plate)	Penambahan sensor menambah sementara yang lainnya tetap Performa sistem sedikit berkurang jika satu sensor rusak, tapi meningkatkan kehandalan sistem	Penambahan sensor menambah kemungkinan salah satu sensor rusak Sensor dalam jumlah banyak akan memakan waktu dan biaya lebih besar
9	Bridge WIM (Includes CULWAY)	Platform membatasi dampak getaran kendaraan Pengembangan telah dilakukan oleh Eropa pada versi AS	Hanya menjamin bekerja dengan baik pada rancangan portal yang terbatas Tidak dipasarkan di AS
10	Capacitance Mats	Biaya sensor murah Frame sensor terpisah dari struktur perkerasan	Konfigurasi biasa

5.2.2 Prosesing dan Penyimpan Data

5.2.2.1 Spesifikasi dan Kapasitas

Prosesing dan penyimpanan data berupa suatu integrasi dalam bentuk data logger. Kemampuan data logger harus mampu menerima sinyal data dari sensor dan menterjemahkan kedalam format data yang berisi tentang data beban kendaraan secara keseluruhan, berat masing-masing sumbu, dimensi kendaraan, identitas dan waktu pelaksanaan penimbangan serta tersedia fasilitas

untuk memasukkan atribut lain yang berhubungan dengan pelaksanaan penimbangan.

Spesifikasi dan kapasitas yang harus dimiliki oleh prosesing dan penyimpan data antara lain:

1. Dimensi kompak, tidak sulit dalam mobilisasi, instalasi.
2. Catu daya yang digunakan menggunakan catu daya berupa akumulator dengan rentang voltase antara 6 - 12 volt.
3. Data logger harus memiliki :
 - 1) Display yang dapat memberikan informasi tentang operasional alat dan hasil pembacaan.
 - 2) Kemampuan untuk menampung data hasil penimbangan minimum 30 hari (1 bulan).
 - 3) Kemampuan untuk membuat file secara berurut menurut waktu penimbangan.
 - 4) Skema jenis pembagian kendaraan menurut beberapa skema yang telah ada.
 - 5) Kemampuan untuk menyusun file menurut interval waktu yang sesuai dengan kebutuhan (jam, hari, minggu serta bulan).
 - 6) Back up catu daya sehingga data dalam data logger tidak akan hilang apabila terjadi masalah dalam pelaksanaan penimbangan.
 - 7) Tersedianya pilihan satuan baik berat maupun panjang dari dimensi hasil pembacaan (metric dan imperial).
 - 8) Harus dapat mengeluarkan data dimensi kendaran, jenis kendaraan dan beban sumbu.
4. Kapabilitas dan Konektifitas
 - 1) Harus dapat dioperasikan menggunakan perangkat pihak ketiga berupa komputer;
 - 2) Harus tersedia konektor untuk setting dan komunikasi dengan alat lain (komputer atau modem)

5. Perangkat lunak

- 1) Software yang digunakan harus dapat di update sesuai dengan perkembangan kebutuhan data.
- 2) Tersedianya update service center yang dapat dihubungi bila terdapat masalah dalam menjalankan program.

5.2.3 Personil

Personil pelaksana survai harus memiliki kriteria sebagai berikut :

1. Telah menjalani pelatihan tentang instalasi, setting dan pengoperasian alat.
2. Pengalaman minimum 2 tahun.
3. Mampu mengoperasikan alat dengan baik dan benar.
4. Mampu menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada saat pelaksanaan survai.

5.2.4 Data

Data yang dihasilkan harus dapat memenuhi kebutuhan analisis.

5.2.5 Format Data

Format data harus universal sehingga ditransfer kedalam format yang umum.

5.2.6 Analisis

Analisis hasil pengolahan data berat sumbu kendaraan dilakukan dengan :

5. Membedakan jenis kendaraan dan berat masing-masing sumbu.
6. Menghitung nilai rata-rata berat masing-masing sumbu untuk setiap jenis kendaraan.
7. Menghitung nilai simpangan baku dari setiap sumbu dan jenis kendaraan.
8. Menghitung faktor merusak jalan untuk setiap jenis kendaraan berupa hasil penjumlahan dari setiap sumbu kendaraan.

Lampiran 1

Perhitungan Faktor Daya Merusak Kendaraan (VDF)

Penghitungan nilai Faktor Perusak Jalan (*Vehicle Damage Factor* – VDF) dari tiap jenis kendaraan, dimana nilai atau besarnya perusakan jalan ini ditentukan berdasarkan berat sumbu (P) dan jenis konfigurasi gandar menggunakan persamaan Liddle.

Tabel 2 Formula Daya Perusak dan Konfigurasi Muatan Kendaraan

JENIS TRUK	FORMULA DAYA PERUSAK			Batasan Beban Maksimum Sumbu untuk Kelas Jalan MST 8 Ton
	Bina Marga	NAASRA	TRL	
	Indonesia	Australia	Inggris	
Sumbu Tunggal	$1.0 \times [P / 8.16]^{1.5}$	$[P / 8.2]^{1.5}$	$[P / 8.2]^{1.5}$	↓ 5 Ton ↓ 8 Ton
Sumbu Tandem	$0.086 \times [P / 8.16]^{1.5}$	$[P / 13.6]^{1.5}$	$2 \times [0.5 P / 8.2]^{1.5}$	↓ 5 Ton ↓ 15 Ton
Sumbu Triple	$0.053 \times [P / 8.16]^{1.5}$	$[P / 18.1]^{1.5}$	$3 \times [(P/3) / 8.2]^{1.5}$	↓ 5 Ton ↓ 15 Ton ↓ 20 Ton

Besaran Nilai Daya Perusak Sumbu Roda Menurut konfigurasi MST 8 Ton

Tabel 3 Besaran Nilai Daya Perusak Setiap Sumbu Roda Menurut konfigurasi MST 8 Ton

FORMULA	NILAI DAYA PERUSAK (VDF) SUMBU RODA		
	Sumbu Tunggal	Sumbu Tandem	Sumbu Triple
	P = 8 Ton	P = 15 ton	P = 20 Ton
AASHTO (Amerika)	0.9322	0.9612	0.7075
BINA MARGA (Indonesia)	0.9238	0.982	1.9126
TRL (Inggris)	0.8948	1.3386	1.1818
NAASRA (Australia)	0.906	1.4798	1.4908

Contoh Perhitungan VDF

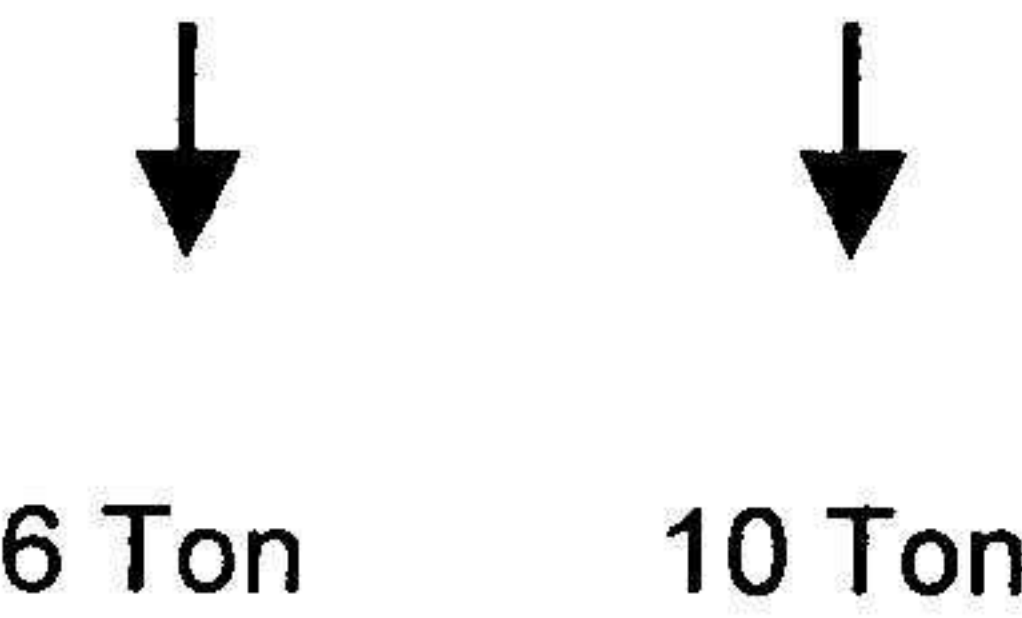
Contoh 1

Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.2

Asumsi : Berat keseluruhan kendaraan 16 Ton

Berat sumbu depan 6 Ton

Berat sumbu belakang 10 Ton



Tabel 4 Contoh Perhitungan Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.2

FORMULA DAYA PERUSAK		
Bina Marga	NAASRA	TRL
Indonesia	Australia	Inggris
Esa 1 = $\left[\frac{6}{8.16}\right]^4 = 0.2923$	Esa 1 = $\left[\frac{6}{8.2}\right]^4 = 0.2866$	Esa 1 = $\left[\frac{6}{8.2}\right]^{4.5} = 0.2452$
Esa 2 = $\left[\frac{10}{8.16}\right]^4 = 2.2555$	Esa 2 = $\left[\frac{10}{8.2}\right]^4 = 2.2118$	Esa 2 = $\left[\frac{10}{8.2}\right]^{4.5} = 2.4425$
Esa Total = Esa 1 + Esa 2 = 0.2923 + 2.2555 = 2.5478	Esa Total = Esa 1 + Esa 2 = 0.2866 + 2.2118 = 2.4984	Esa Total = Esa 1 + Esa 2 = 0.2452 + 2.4425 = 2.6877

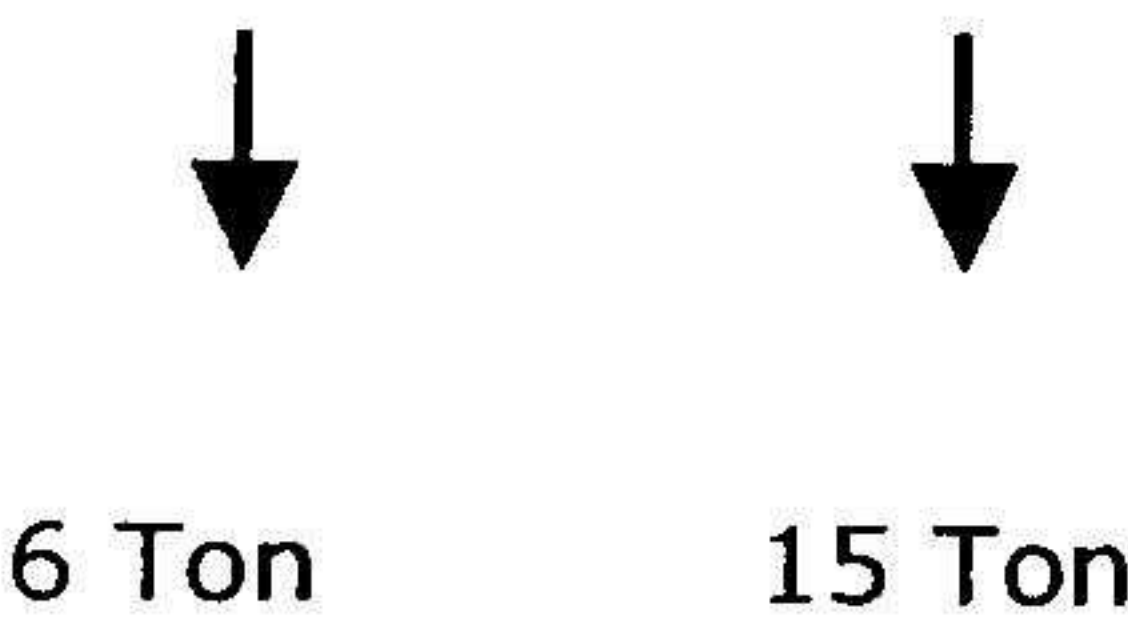
Contoh 2

Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22

Asumsi : Berat keseluruhan kendaraan 21 Ton

Berat sumbu depan 6 Ton

Berat sumbu belakang 15 Ton



Tabel 5 Contoh Perhitungan Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22

FORMULA DAYA PERUSAK		
Bina Marga	NAASRA	TRL
Indonesia	Australia	Inggris
Esa 1 = $\left[\frac{6}{8.16}\right]^4 = 0.2923$ Esa 1 = $0.086 \times \left[\frac{15}{8.16}\right]^4 = 0.9820$ Esa Total = Esa 1 + Esa 2 = 0.2923 + 0.9820 = 1.2743	Esa 1 = $\left[\frac{6}{8.2}\right]^4 = 0.2866$ Esa 2 = $\left[\frac{15}{13.6}\right]^4 = 1.4789$ Esa Total = Esa 1 + Esa 2 = 0.2866 + 1.4789 = 1.7665	Esa 1 = $\left[\frac{6}{8.2}\right]^{4.5} = 0.2452$ Esa 2 = $2 \times \left[\frac{0.5 \times (15)}{8.2}\right]^{4.5} = 1.3386$ Esa Total = Esa 1 + Esa 2 = 0.2452 + 1.3386 = 1.5838

Contoh 3

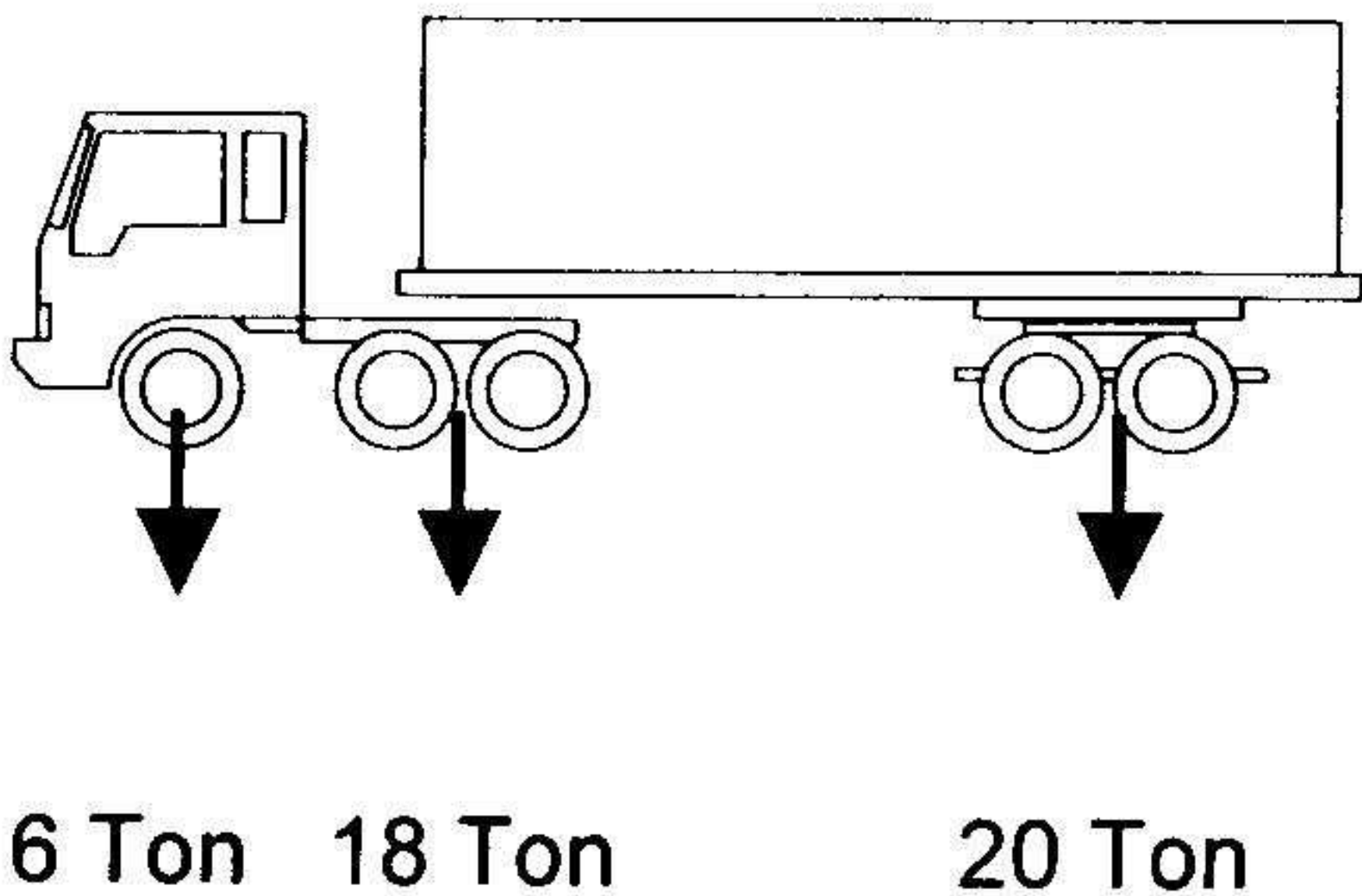
Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22-22

Asumsi : Berat keseluruhan kendaraan 44 Ton

Berat sumbu depan 6 Ton

Berat sumbu tengah 18 Ton

Berat sumbu belakang 20 Ton



Tabel 6 Contoh Perhitungan Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22-22

FORMULA DAYA PERUSAK		
Bina Marga	NAASRA	TRL
Indonesia	Australia	Inggris
$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.16} \right]^4 = 0.2923$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^4 = 0.2866$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^{4.5} = 0.2452$
$\text{Esa 2} = 0.086 \times \left[\frac{18}{8.16} \right]^4 = 2.0362$	$\text{Esa 2} = \left[\frac{18}{13.6} \right]^4 = 3.0686$	$\text{Esa 2} = 2 \times \left[\frac{0.5 \times (18)}{8.2} \right]^{4.5} = 3.0406$
$\text{Esa 3} = 0.086 \times \left[\frac{20}{8.16} \right]^4 = 3.1035$	$\text{Esa 3} = \left[\frac{20}{13.6} \right]^4 = 4.6770$	$\text{Esa 3} = 2 \times \left[\frac{0.5 \times (20)}{8.2} \right]^{4.5} = 4.8850$
$\begin{aligned} \text{Esa Total} &= \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} \\ &= 0.2923 + 2.0362 + 3.1035 \\ &= 5.4321 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Esa Total} &= \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} \\ &= 0.2866 + 3.0686 + 4.6770 \\ &= 8.0322 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Esa Total} &= \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} \\ &= 0.2452 + 3.0406 + 4.8850 \\ &= 8.1708 \end{aligned}$

Contoh 4

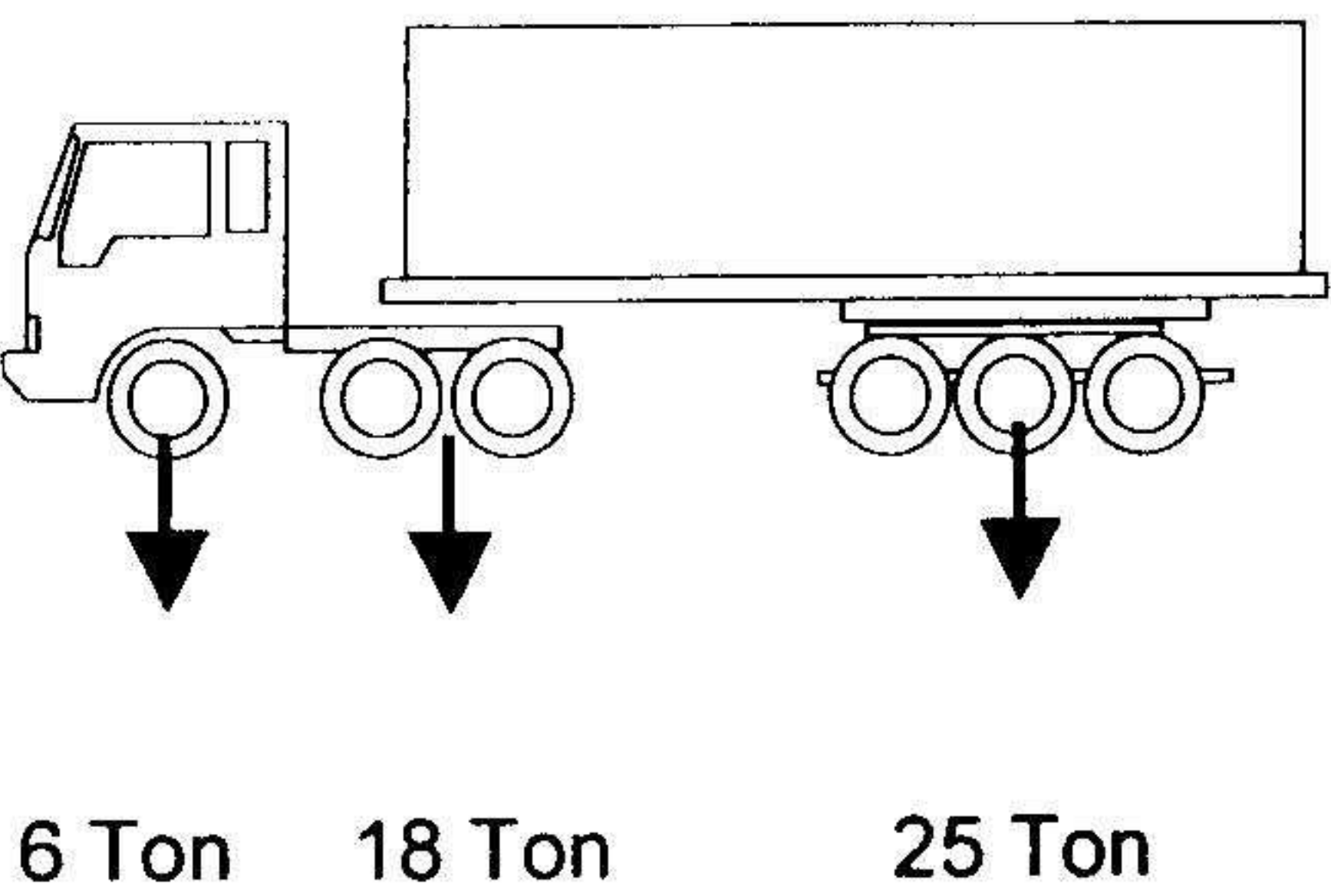
Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22-222

Asumsi : Berat keseluruhan kendaraan 49 Ton

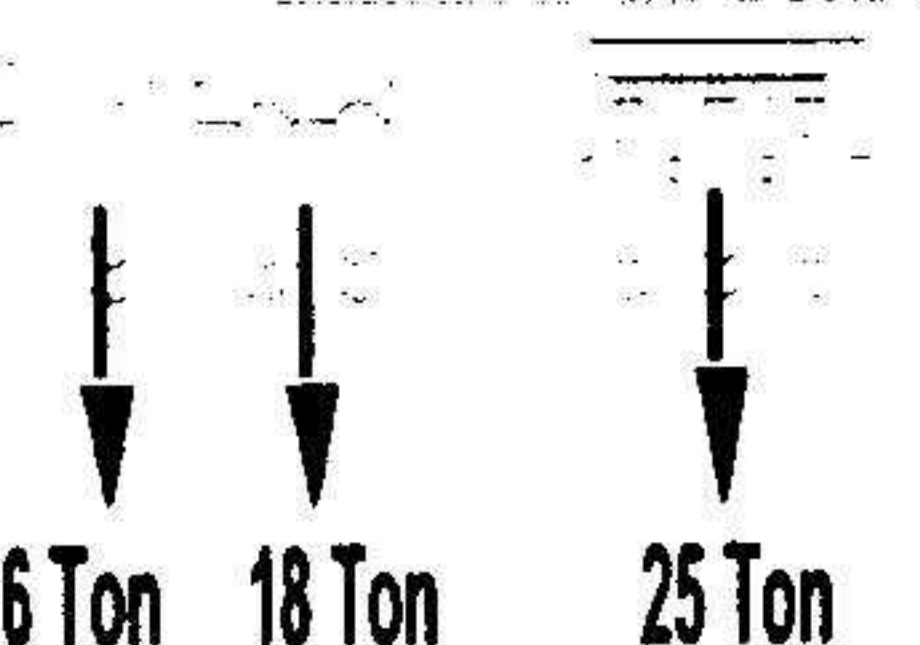
Berat sumbu depan 6 Ton

Berat sumbu tengah 18 Ton

Berat sumbu belakang 25 Ton



Tabel 7 Contoh Perhitungan Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22-222

JENIS TRUK	FORMULA DAYA PERUSAK		
	Bina Marga	NAASRA	TRL
	Indonesia	Australia	Inggris
Konfigurasi Sumbu 1.22-222 	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.16} \right]^4 = 0.2923$ $\text{Esa 2} = 0.086 \times \left[\frac{18}{8.16} \right]^4 = 2.0362$ $\text{Esa 3} = 0.053 \times \left[\frac{25}{8.16} \right]^4 = 4.6696$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3}$ $= 0.2923 + 2.0362 + 4.6696$ $= 6.9981$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^4 = 0.2866$ $\text{Esa 2} = \left[\frac{18}{13.6} \right]^4 = 3.0686$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{25}{18.1} \right]^4 = 11.4184$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3}$ $= 0.2866 + 3.0686 + 11.4184$ $= 14.7736$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^{4.5} = 0.2452$ $\text{Esa 2} = 2 \times \left[\frac{0.5 \times (18)}{8.2} \right]^{4.5} = 3.0406$ $\text{Esa 3} = 3 \times \left[\frac{(25/3)}{8.2} \right]^{4.5} = 20.0011$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3}$ $= 0.2452 + 3.0406 + 20.0011$ $= 23.2869$

Contoh 5

Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.2+2.2

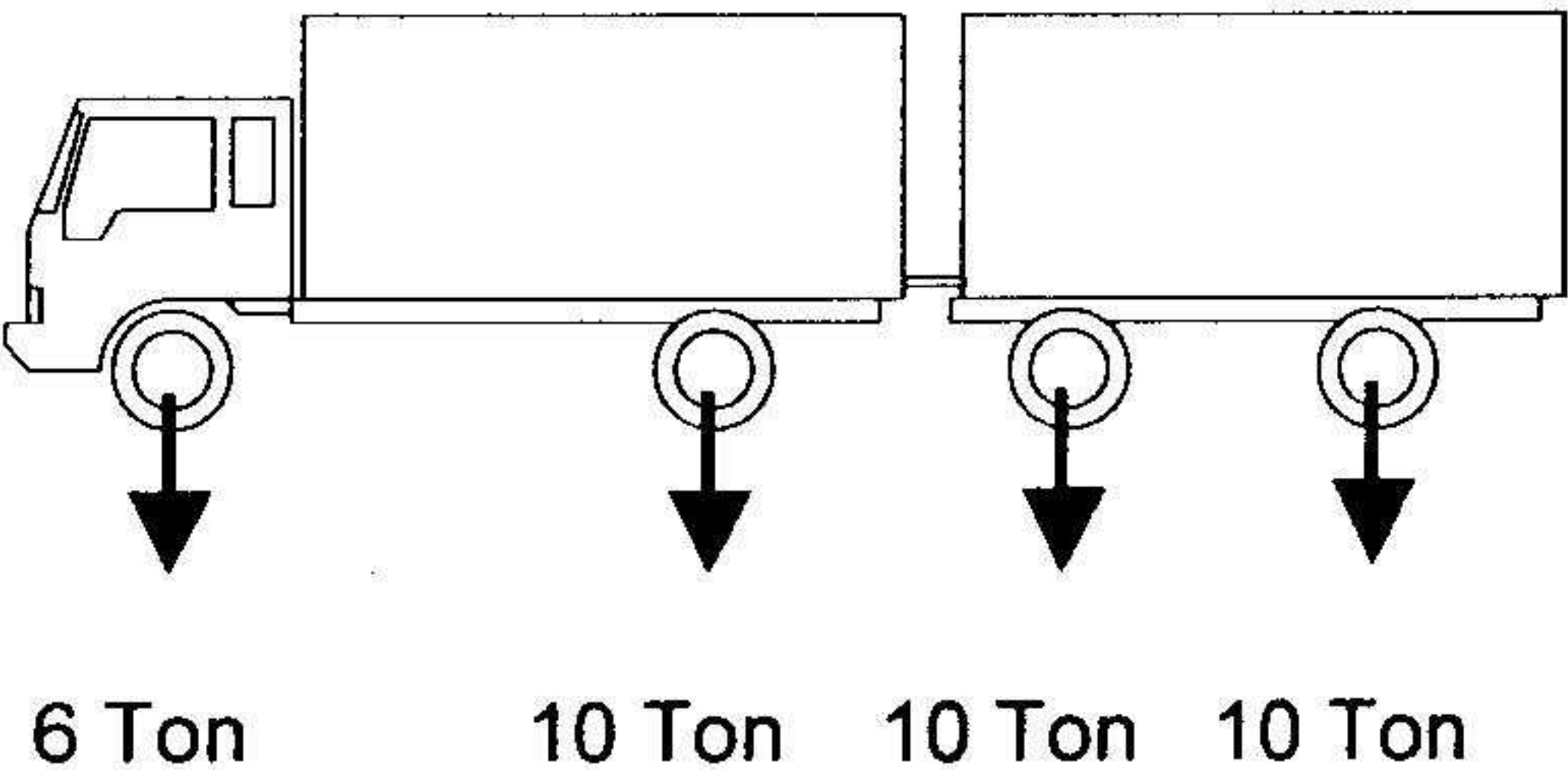
Asumsi : Berat keseluruhan kendaraan 36 Ton

Berat sumbu depan 6 Ton

Berat sumbu tengah 1 10 Ton

Berat sumbu tengah 2 10 Ton

Berat sumbu belakang 10 Ton



Tabel 8 Contoh Perhitungan Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.2+2.2

FORMULA DAYA PERUSAK		
Bina Marga	NAASRA	TRL
Indonesia	Australia	Inggris
$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.16} \right]^4 = 0.2923$ $\text{Esa 2} = \left[\frac{10}{8.16} \right]^4 = 2.2555$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{10}{8.16} \right]^4 = 2.2555$ $\text{Esa 4} = \left[\frac{10}{8.16} \right]^4 = 2.2555$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} + \text{Esa 4}$ $= 0.2923 + 2.2555 + 2.2555 + 2.2555$ $= 7.0588$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^4 = 0.2866$ $\text{Esa 2} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^4 = 2.2118$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^4 = 2.2118$ $\text{Esa 4} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^4 = 2.2118$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} + \text{Esa 4}$ $= 0.2866 + 2.2118 + 2.2118 + 2.2118$ $= 6.9220$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^{4.5} = 0.2452$ $\text{Esa 2} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^{4.5} = 2.4425$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^{4.5} = 2.4425$ $\text{Esa 4} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^{4.5} = 2.4425$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} + \text{Esa 4}$ $= 0.2452 + 2.4425 + 2.4425 + 2.4425$ $= 7.5728$

Contoh 6

Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22+2.2

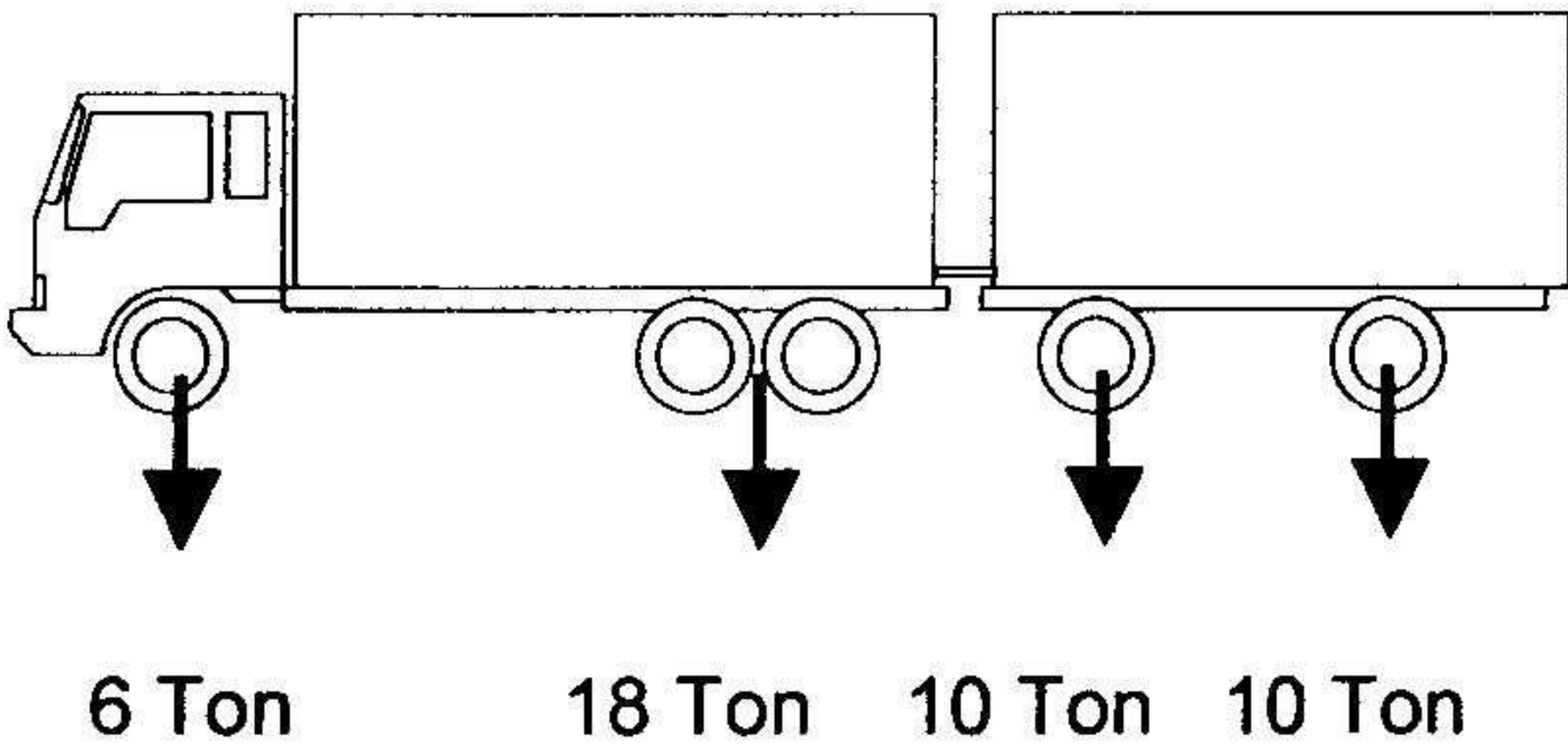
Asumsi : Berat keseluruhan kendaraan 44 Ton

Berat sumbu depan 6 Ton

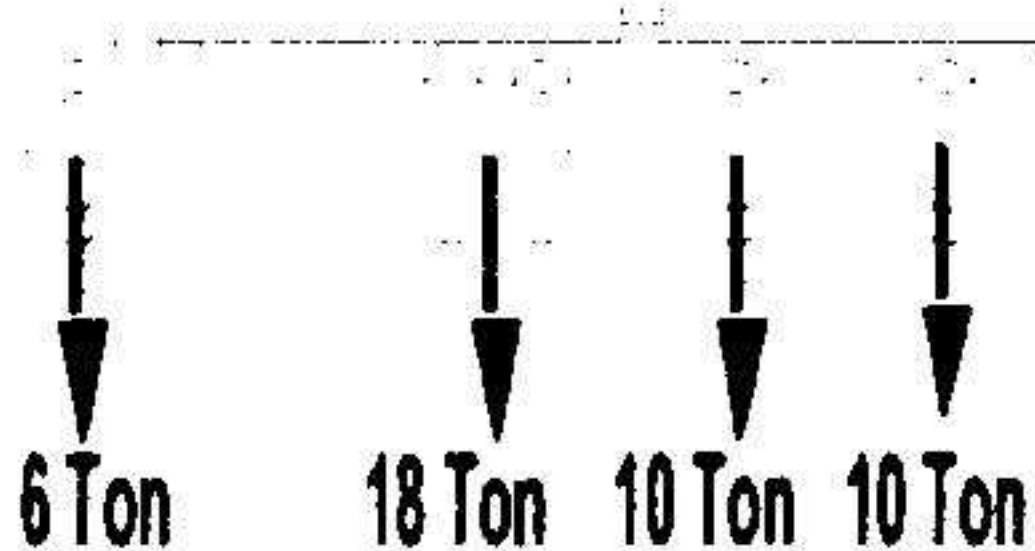
Berat sumbu tengah 1 18 Ton

Berat sumbu tengah 2 10 Ton

Berat sumbu belakang 10 Ton



Tabel 9 Contoh Perhitungan Jenis Truk Konfigurasi Sumbu 1.22+2.2

JENIS TRUK	FORMULA DAYA PERUSAK		
	Bina Marga	NAASRA	TRL
	Indonesia	Australia	Ingggris
Konfigurasi Sumbu 1.22+2.2 	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.16} \right]^4 = 0.2923$ $\text{Esa 2} = 0.086 \times \left[\frac{18}{8.16} \right]^4 = 2.0362$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{10}{8.16} \right]^4 = 2.2555$ $\text{Esa 4} = \left[\frac{10}{8.16} \right]^4 = 2.2555$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} + \text{Esa 4}$ $= 0.2923 + 2.0362 + 2.2555 + 2.2555$ $= 6.8395$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^4 = 0.2866$ $\text{Esa 2} = \left[\frac{18}{13.6} \right]^4 = 3.0686$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^4 = 2.2118$ $\text{Esa 4} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^4 = 2.2118$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} + \text{Esa 4}$ $= 0.2866 + 3.0686 + 2.2118 + 2.2118$ $= 7.7788$	$\text{Esa 1} = \left[\frac{6}{8.2} \right]^{4.5} = 0.2452$ $\text{Esa 2} = 2 \times \left[\frac{0.5 \times (18)}{8.2} \right]^{4.5} = 3.0406$ $\text{Esa 3} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^{4.5} = 2.4425$ $\text{Esa 4} = \left[\frac{10}{8.2} \right]^{4.5} = 2.4425$ $\text{Esa Total} = \text{Esa 1} + \text{Esa 2} + \text{Esa 3} + \text{Esa 4}$ $= 0.2452 + 3.0406 + 2.4425 + 2.4425$ $= 8.1708$

Lampiran 2

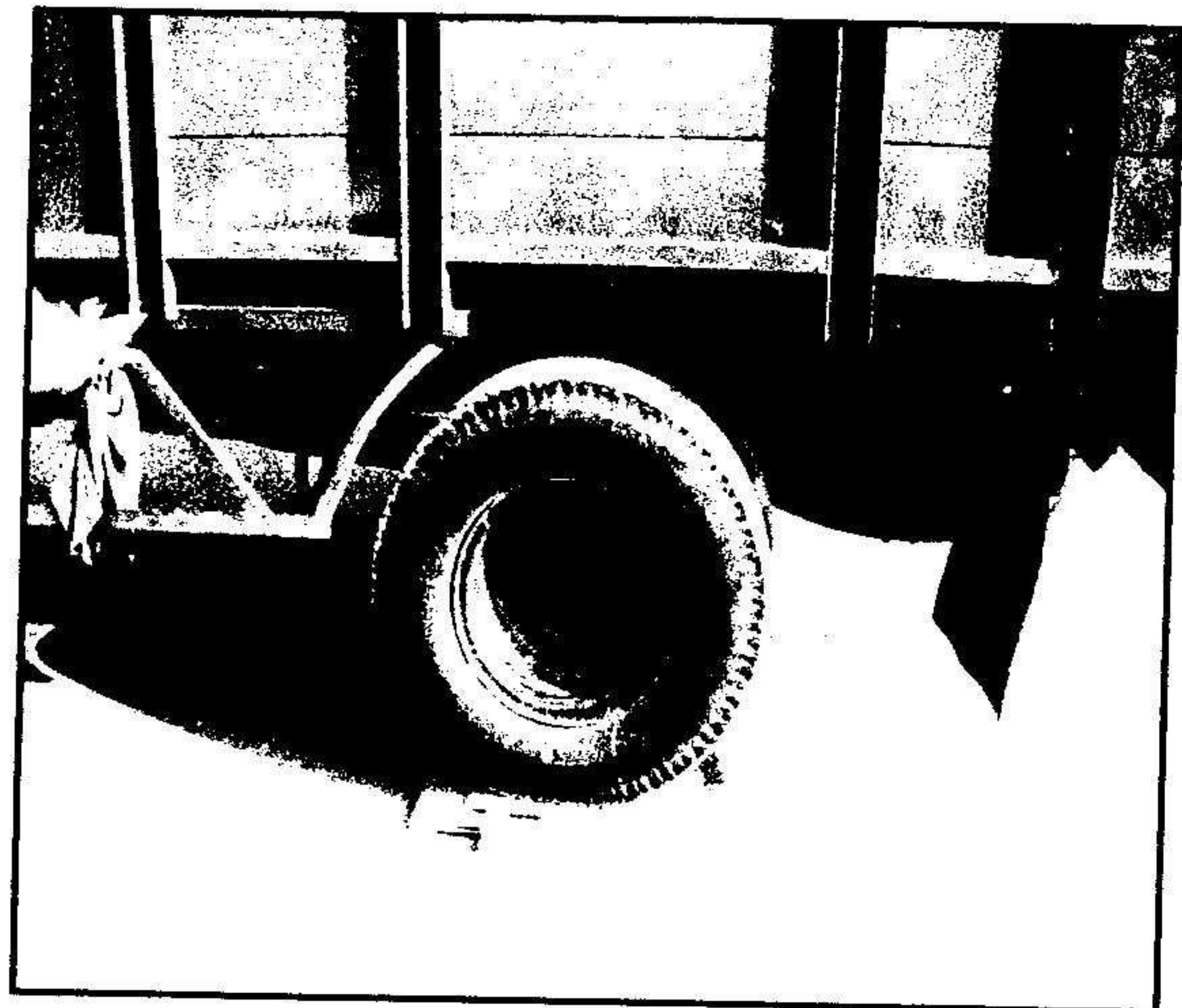
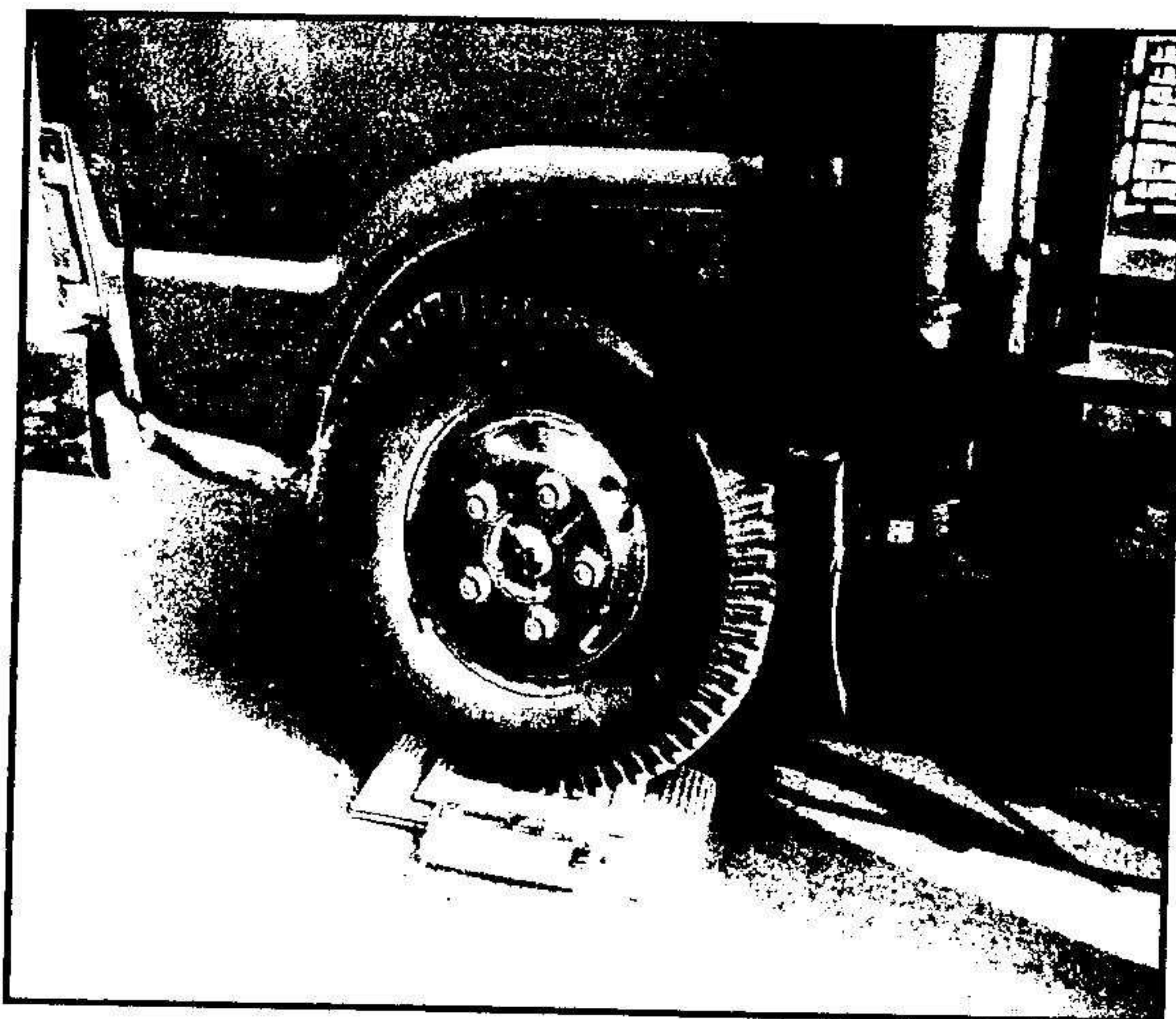
Alat Timbang Portable & Kapasitasnya

Contoh Alat Penimbang Beban Kendaraan Dengan Syarat Kapasitas yang Dimiliki:

Penimbangan Manual Kendaraan Truk dan Mobil Penumpang

Kapasitas Alat :

1. Mempunyai kemampuan maksimal 10 ton.
2. Jarak separasi per 5 kg.



Gambar 1 Penimbangan Manual Kendaraan Truk



Gambar 2 Penimbangan Manual Kendaraan Mobil Penumpang

Lampiran 4

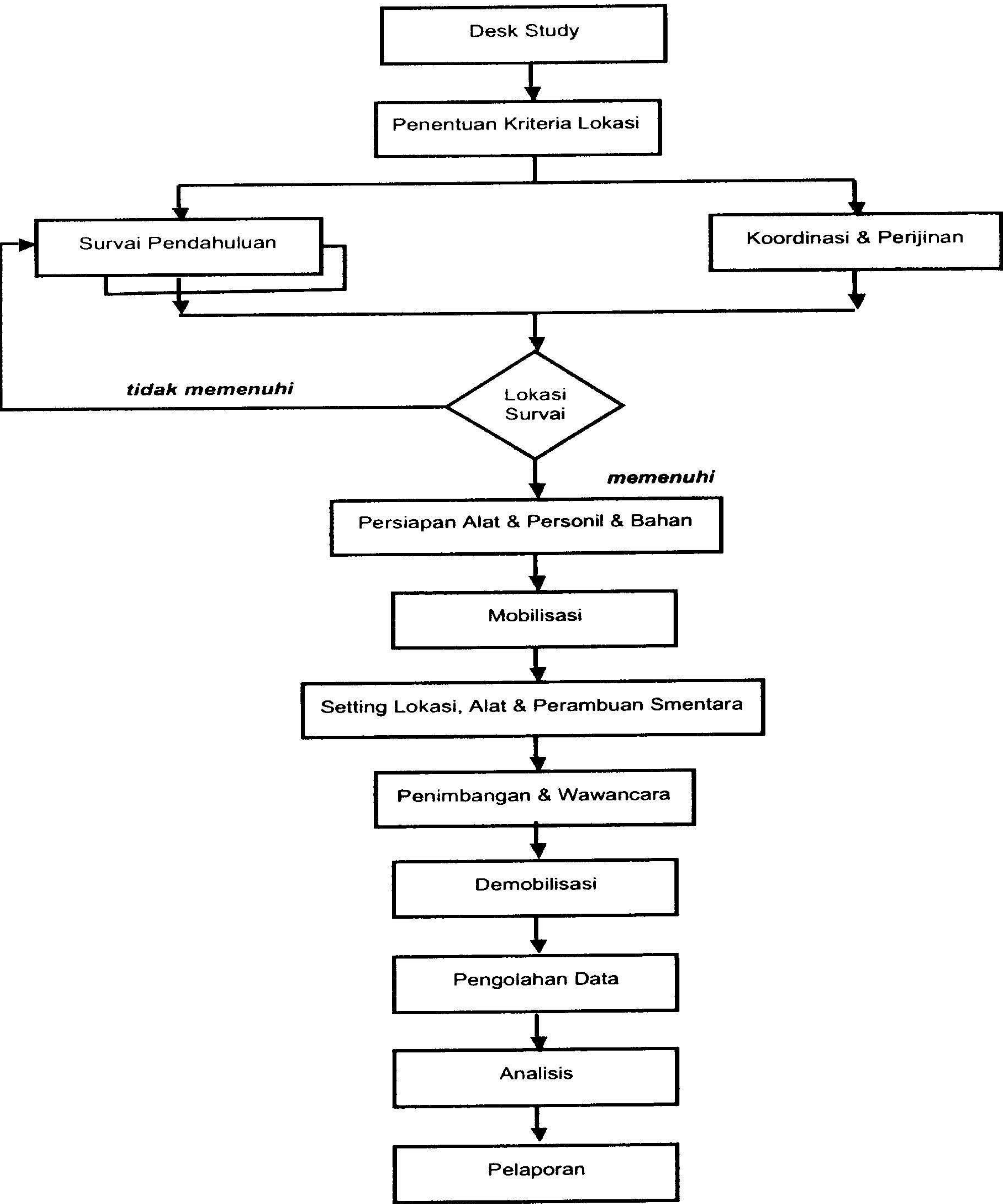
Contoh Penyesuaian Pengelompokan Jenis Kendaraan Berdasarkan standar alat kedalam kelompok jenis kendaraan di Indonesia (Bina Marga)

Tabel 10 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
			Medium Truck/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 1.22 - 22
9	9	10	Traktor 2 Sumbu + Trailer 3 Sumbu	T 1.22 - 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	

Lampiran 5

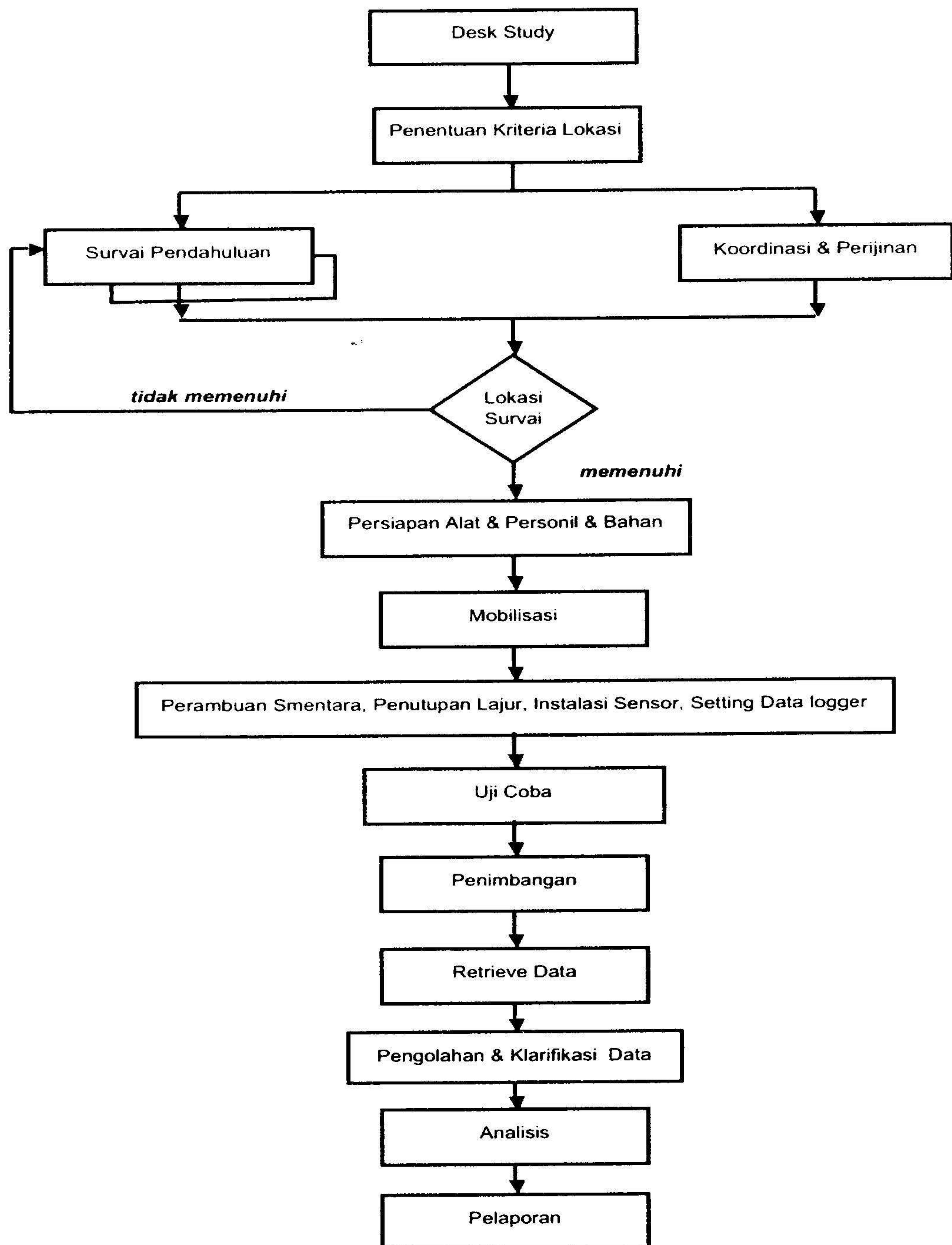
Prosedur pelaksanaan survai penimbangan metoda manual (statis) dalam bentuk bagan alir



Tabel 11 Diagram Alir Survai Penimbangan Metoda Manual

Lampiran 6

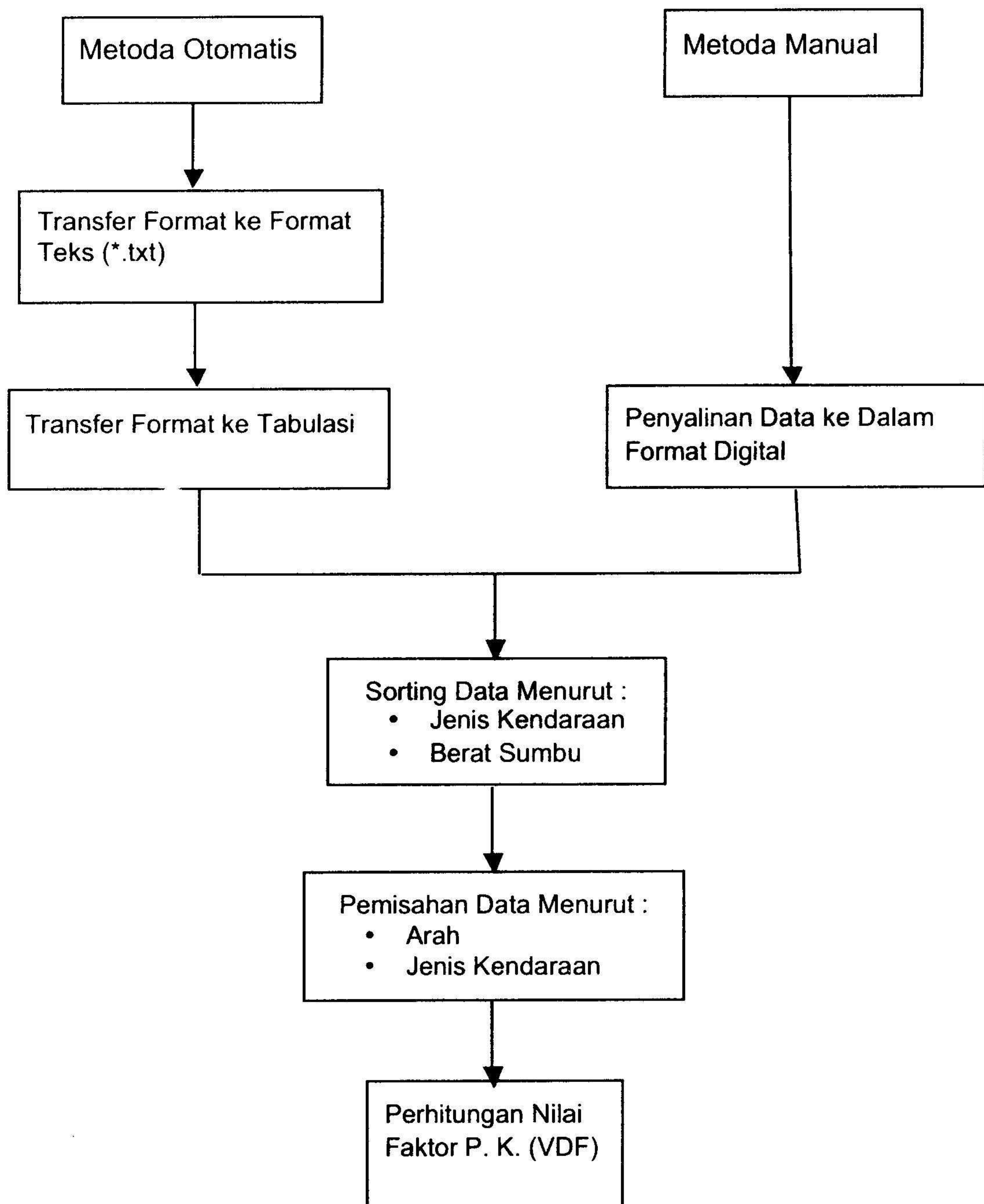
Prosedur pelaksanaan survai penimbangan metoda otomatis (wim) dalam bentuk bagan alir



Gambar 5 Diagram Alir Survai Penimbangan Metoda Otomatis

Lampiran 7

Prosedur Pengelolaan Data Hasil Metoda Otomatis dan Manual (penyimpanan data)



Gambar 6 Prosedur Pengolahan Data Hasil Metoda Otomatis dan Manual

Lampiran 8

Prosedur Pemeriksaan dan Pembersihan Data Error untuk Data Hasil Manual dan Otomatis.(apabila terjadi kesalahan penulisan dll)

Metoda Otomatis dan Manual:

1. Urut data menurut jenis kendaraan, jumlah sumbu, berat sumbu kendaraan, jarak anta sumbu, dan panjang kendaraan.
2. Periksa nilai jenis kendaraan, jarak antar sumbu dan berat sumbu. Pastikan bahwa jenis kendaraan harus sesuai dengan jumlah sumbu.
3. Hapus atau tandai data apabila terjadi kejanggalan atau ketidak sesuaian antara data jenis kendaraan dengan jumlah sumbu kendaraan
4. Ulangi pemeriksaan untuk data panjang kendaraan dan jarak antar sumbu, hapus atau tandai data yang memiliki nilai terlalu besar (hal ini dimungkinan apabila beberapa kendaraan dengan jarak berdekatan memasuki wilayah penimbangan)

Lampiran 9

Prosedur Perambuan Sementara

Ketentuan Rambu

Arti dari pesan rambu ;

1. Rambu peringatan, digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya atau tempat berbahaya pada bagian jalan di depannya
2. Rambu larangan, digunakan untuk menyatakan perbuatan yang dilarang dilakukan oleh pemakai jalan
3. Rambu perintah, digunakan untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh pemakai jalan
4. Rambu petunjuk, digunakan untuk menyatakan perintah mengenai jurusan, jalan, situasi, kota, tempat, pengaturan dan lain-lain

Rambu harus memenuhi ;

5. Mudah dipasang
6. Mudah dipindahkan
7. Mudah diangkut
8. Tidak mudah rusak
9. Memenuhi kestabilan konstruksi
10. Tidak membahayakan pengguna jalan

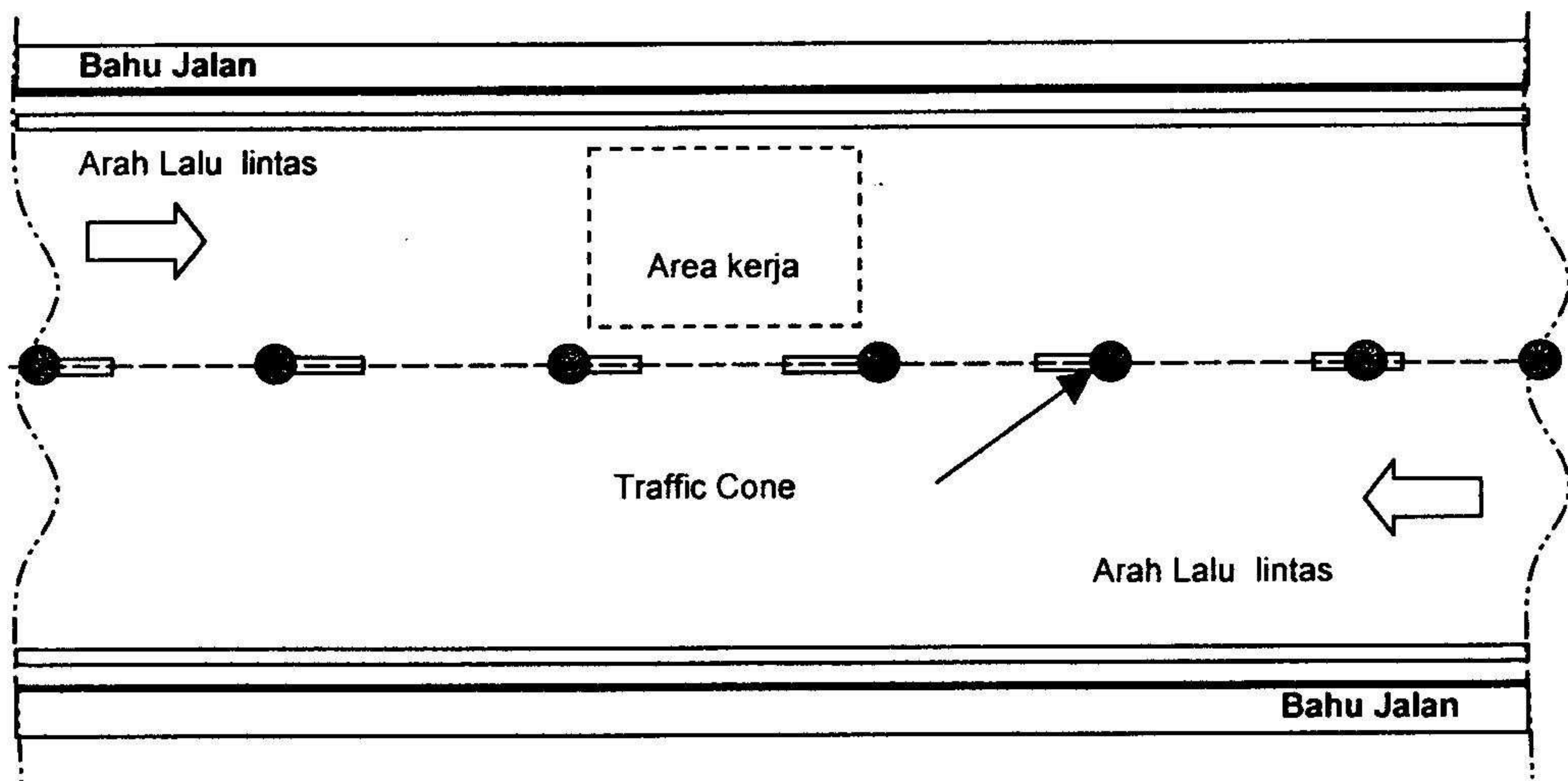
Ketentuan ukuran rambu yang dipasang disesuaikan dengan kecepatan rata-rata operasional kendaraan, ketentuan ukuran rambu tersebut tercantum pada tabel **Tabel 12.**

Tabel 12Ukuran Rambu

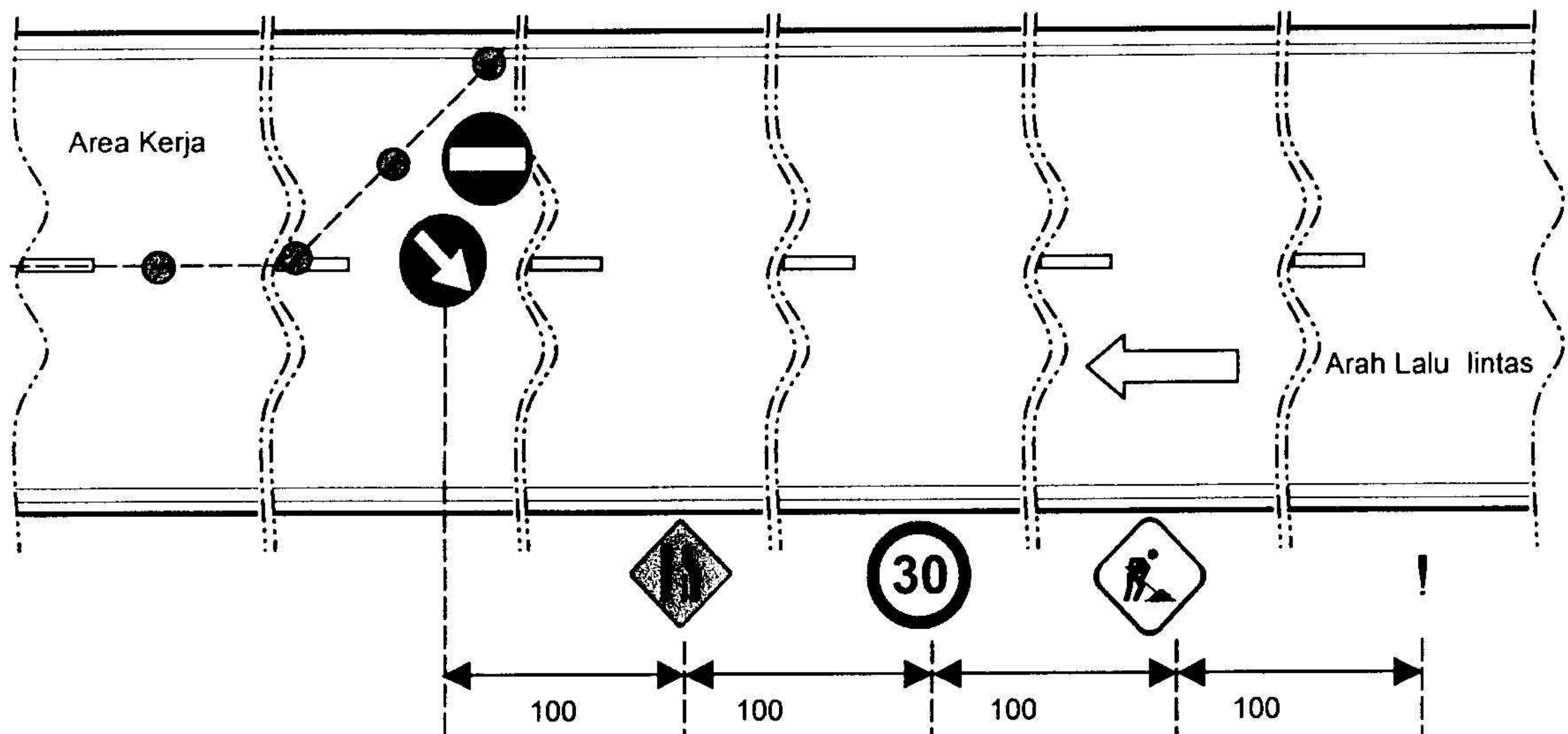
No	Kecepatan rata-rata operasional Kilometer per jam	Ukuran rambu	Ukuran luar (A) dalam satuan dalam centimeter
1	<40	Kecil	60
2	40-60	Sedang	75
3	>60	Besar	90

Tahapan Perambuan Sementara

1. Seluruh personil tim survai berada pada bahu jalan/ daerah pinggir yang aman. Kendaraan survai berada pada bahu jalan, nyalakan lampu hazard kendaraan survai.
2. Sebelum penutupan lajur, sebaiknya pasang traffic cone disepanjang marka pemisah lajur (tengah) agar lajur lalu lintas terbagi terlebih dahulu.
3. Kendaraan survai pertama (pembawa rambu) bergerak mendekat dari -500 meter menuju area kerja dan menempatkan rambu berdasarkan skema perambuan rambu sementara (lihat gambar) setiap 100 meter

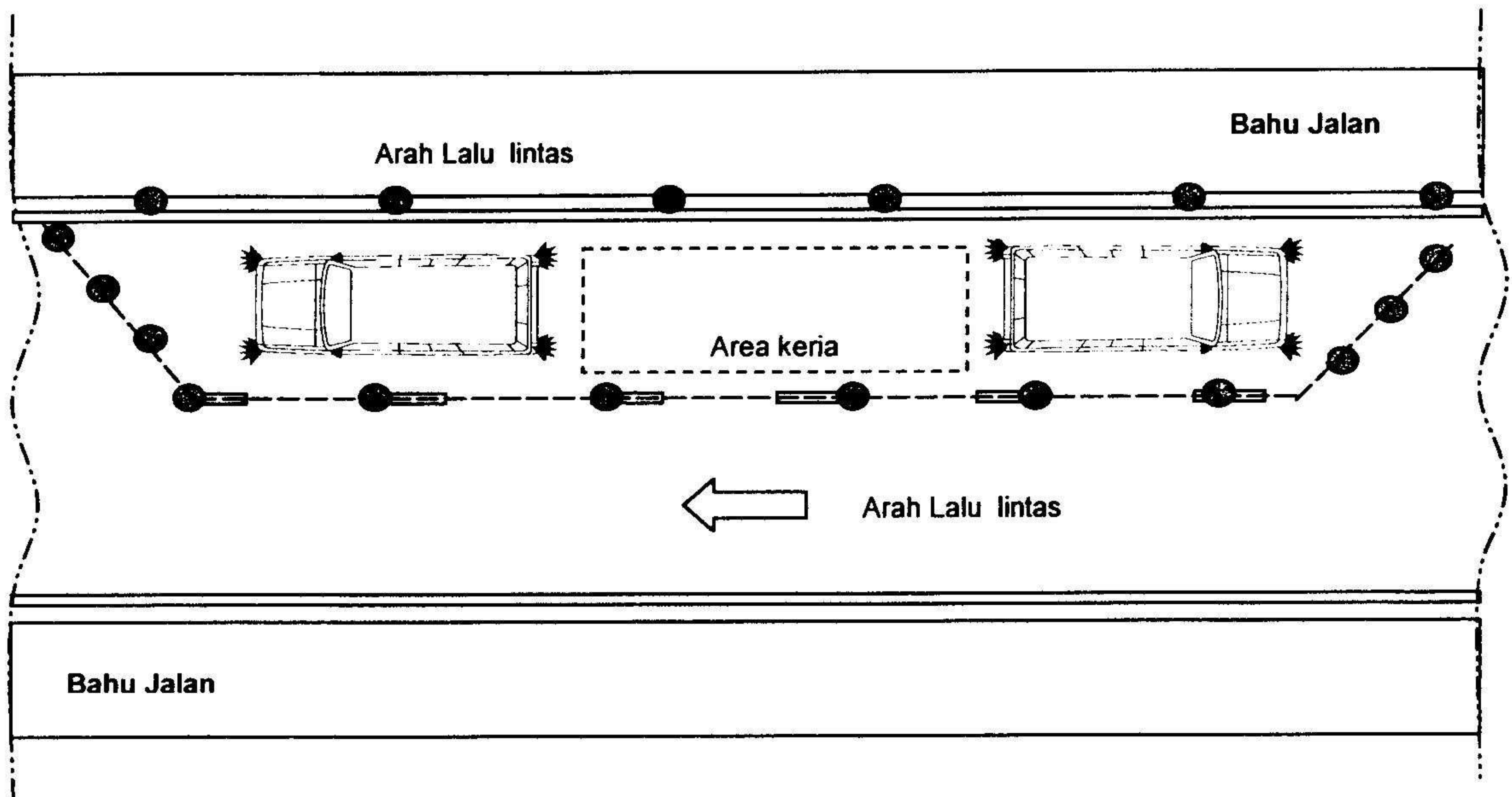


Gambar 7 Layout Area Kerja

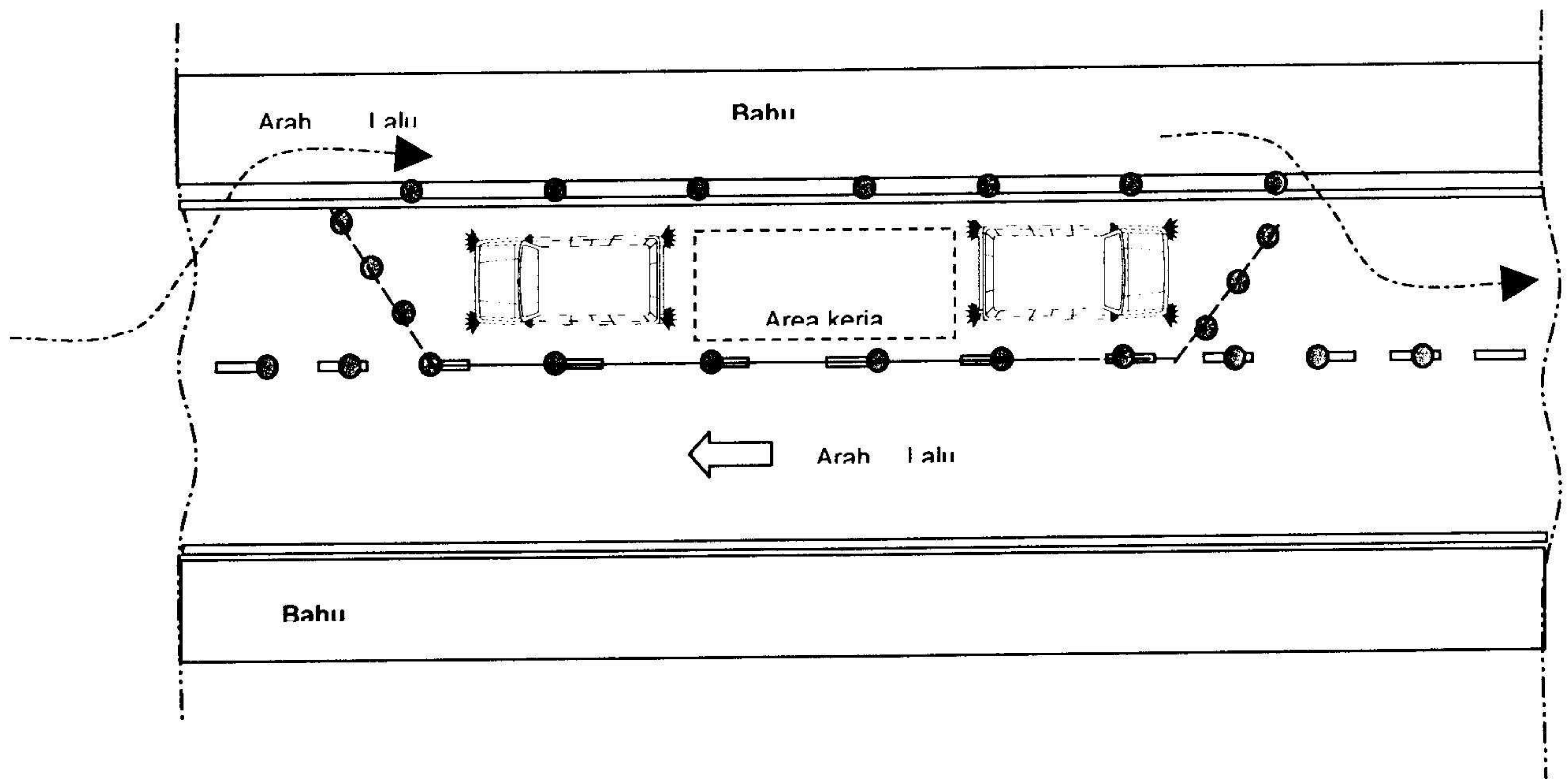


Gambar 8 Layout Perambuan Sementara

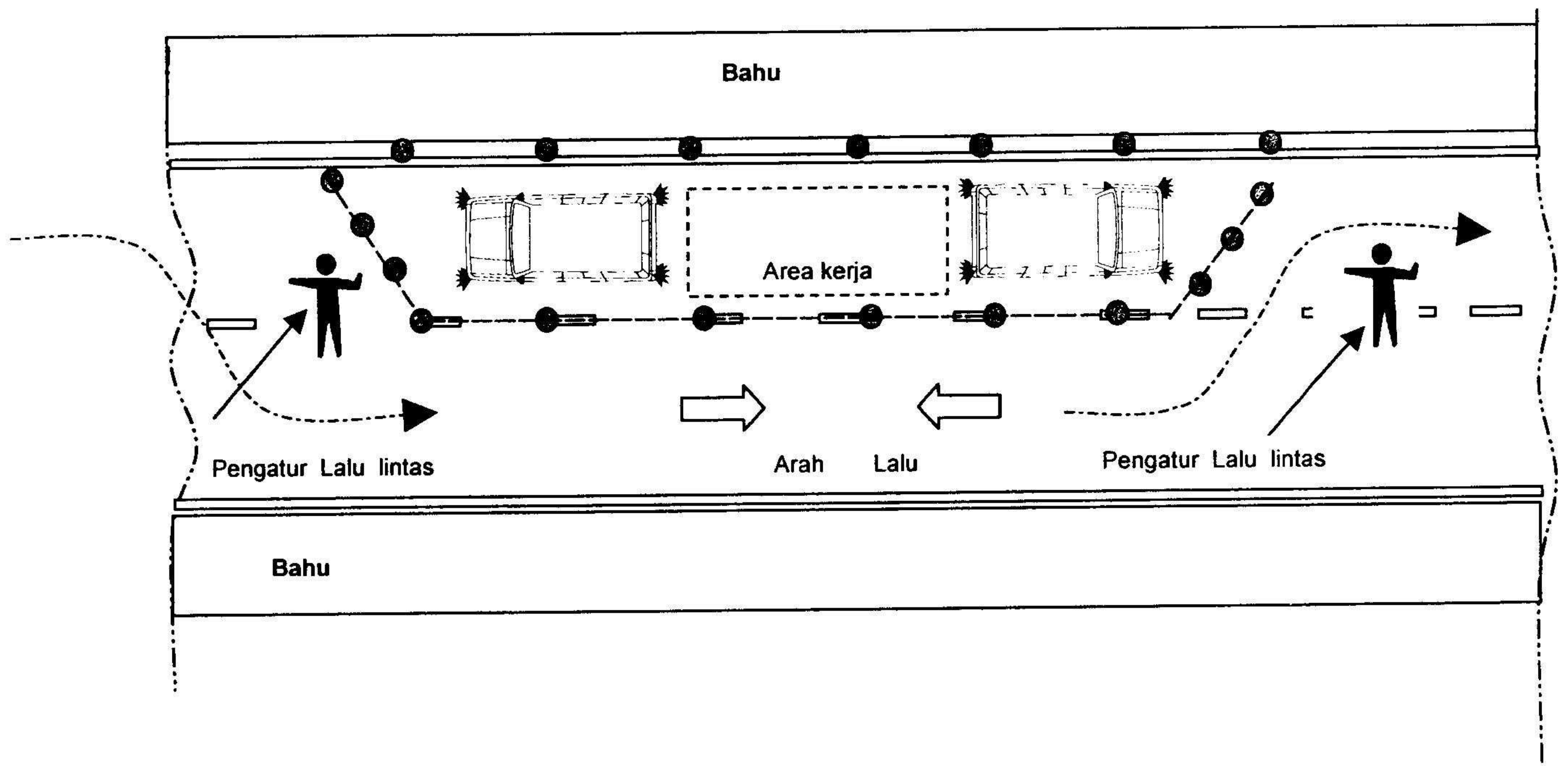
4. Kendaraan survai kedua (pembawa peralatan) bergerak masuk pada lajur yang ditutup/area kerja dan diparkir sesuai arah lalu lintas, pastikan selama pengerjaan lampu hazard kendaraan survai tetap menyala, kemudian kendaraan survai pertama (pembawa rambu) diparkir pada area survai pada sisi yang berlawanan dan menghadap berlawanan dengan arah lalu lintas.



Gambar 9 Layout Penempatan Kendaraan Survai dalam Area Kerja



Gambar 10 Layout Detour Arus Lalulintas Menggunakan Bahu Jalan



Gambar 11 Layout Pengaturan Arus Lalulintas Menggunakan Sistim Tutup Buka

5. Setelah perambuan terpasang seluruh personil berpindah kedalam area kerja, petugas polisi membimbing kendaraan / arus lalu lintas sesuai skema pemindahan arus atau sistim tutup buka, sebaiknya selama proses pengerjaan disediakan petugas pemberi informasi hati-hati yang dilengkapi bendera (flagman) berwarna merah/kuning yang bertugas mengatur kelancaran lalu lintas.
6. Turunkan peralatan yang akan digunakan, perhatikan penempatan peralatan supaya tidak membahayakan pengguna jalan dan personil survai serta mudah dijangkau oleh seluruh personil pada saat pengerjaan

Lampiran 10

Zonasi Beban Kendaraan (P)

Pengelompokan karakteristik VDF, Beban, dan Pertumbuhan Lalulintas diperuntukkan untuk mendukung perencanaan perkerasan lentur. Pengelompokan zona ditentukan dari karaktertektistik nilai beban tiap ruas yang memiliki kesamaan khususnya di pulau Jawa. Penentuan ruas-ruas jalan yang kemudian diklasifikasikan dalam zonasi beban kendaraan disesuaikan menurut PP no 26 tahun 2008 tentang Tata Ruang Wilayah Nasional dimana telah ditentukan wilayah PKN ruas jalan dari tiap Provinsi di Indonesia.

Penentuan zonasi beban sumbu kendaraan di pulau Jawa ini didasarkan atas pertimbangan :

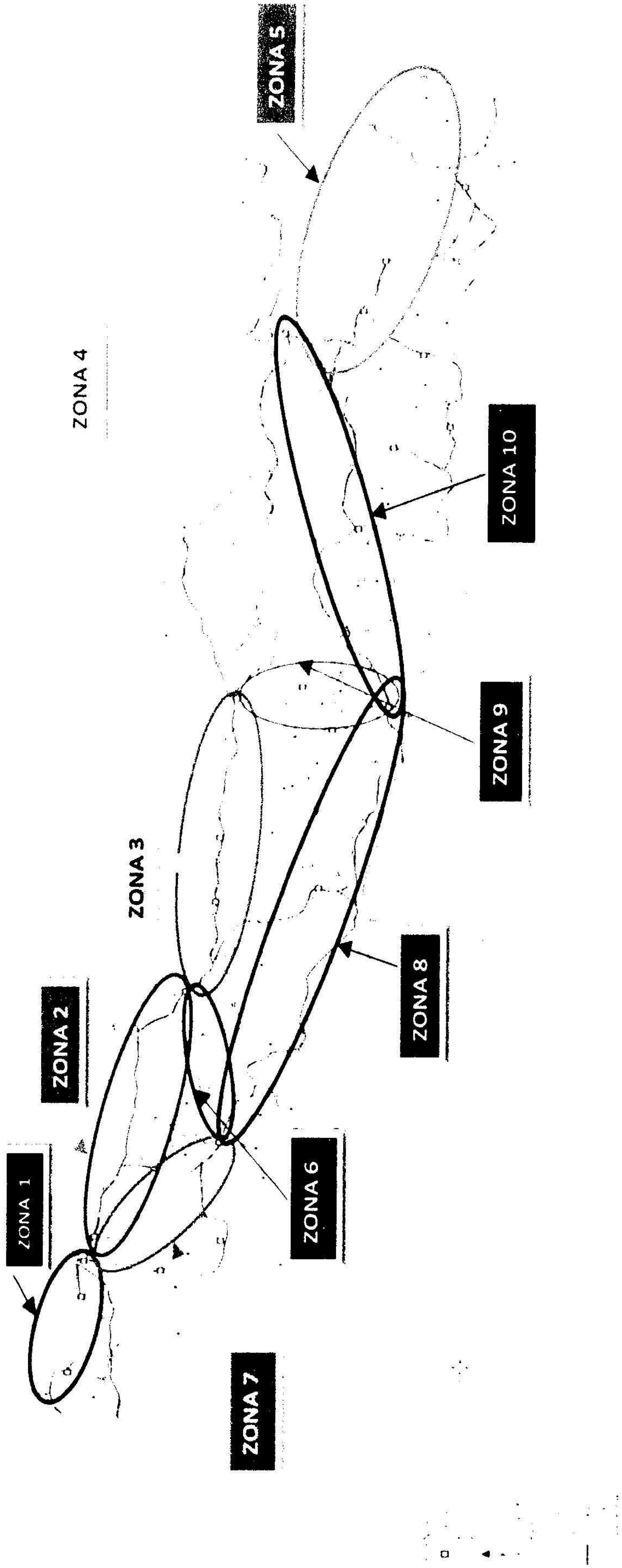
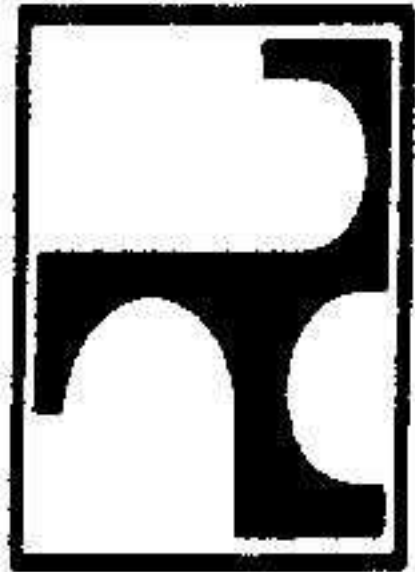
Karakteristik nilai beban sumbu kendaraan yang melintas pada ruas jalan, dimana pada ruas jalan yang memiliki karakteristik beban yang mirip dapat dikategorikan dalam satu Zona .

Faktor kegiatan Nasional pada ruas-ruas tertentu yang memiliki volume lalulintas yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi karakteristik beban kendaraan

Tabel 13 Zonasi Beban Sumbu Kendaraan Pulau Jawa

ZONA		RUAS JALAN
1		MERAK - JAKARTA
2		JAKARTA - CIREBON
3		CIREBON - SEMARANG
4		SEMARANG - SURABAYA
5		SURABAYA - BANYUWANGI
6		BANDUNG - CIREBON
7		JAKARTA - BANDUNG
8		BANDUNG - YOGYAKARTA
9		YOGYAKARTA - SEMARANG
10		YOGYAKARTA - SURABAYA

ZONASI BEBAN SUMBU KENDARAAN (P)



KETERANGAN :

- RUAS MERAK – JAKARTA
- RUAS JAKARTA – CIREBON
- RUAS CIREBON – SEMARANG
- RUAS SEMARANG – SURABAYA
- RUAS SURABAYA – BANYUWANGI
- RUAS BANDUNG – CIREBON
- RUAS JAKARTA – BANDUNG
- RUAS BANDUNG – YOGYAKARTA
- RUAS YOGYAKARTA – SURABAYA

Gambar 12 Zonasi Beban Sumbu Kendaraan (P) Pulau Jawa

Tabel 14Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 1

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 1 RUAS (SERDANG - MERAK) BANTEN																	
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (SERDANG)						ARAH 2 (MERAK)											
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	762	806					4614	48.960	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	710	761				6995	57.482	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0002	0.0003							0 0	0.1544	0.0203				0	0	
2	T 1.2	Sumbu 1 Sumbu 2	3039	6760							Kelebihan Beban (%)	Sumbu 1 Sumbu 2	2213	4910					Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0559	1.5156					2644	28.056	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	1.3624	0.0129				2181	17.923	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
3	T 1.2.2	VDF									0 0	Sumbu 1 Sumbu 2	3662	5967	5739				Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.1013	2.1457					809	8.584	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0785	0.8757				930	7.642	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
4	T 1.1. 2.2	VDF									0 67	Sumbu 1 Sumbu 2	3646	3251	5129	5250			Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0610	0.9368	0.6085				171	1.815	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0980	0.0602	0.9411			37	0.304	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
5	T 1.2 + 2.2	VDF									0 30 0	Sumbu 1 Sumbu 2	2597	5772	1177	1577			Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0453	3.4738	0.1154	0.0477			3	0.032	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0234	0.8393	0.0061	0.0480		67	0.551	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
6	T 1.2.2 + 2.2	VDF									0 30 0 0	Sumbu 1 Sumbu 2							Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)									Kelebihan Beban (%)	Sumbu 1 Sumbu 2							Kelebihan Beban (%)
7	T 1.2 - 2	VDF									sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	Sumbu 1 Sumbu 2	3743	3619	7928				Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0035	0.1433	0.0082				4	0.042	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0497	0.0763	1.3179			21	0.173	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
8	T 1.2 - 2.2	VDF									0 0 0	Sumbu 1 Sumbu 2	1638	2629	1853	2071			Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0366	0.7146	0.5464				101	1.072	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0096	0.1300	0.0814			118	0.970	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
9	T 1.2 - 2.2.2	VDF									0 9 0	Sumbu 1 Sumbu 2	2111	2788	2602	2725	1131		Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0578	0.4292		0.1938			72	0.764	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0366	0.2801		0.2081		202	1.660	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
10	T 1.2.2.2	VDF									0 10 0	Sumbu 1 Sumbu 2	3839	5563	4919	3891	3927		Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.1052	0.6029		1.2067			57	0.605	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	0.0839	0.6824		0.2480		99	0.814	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
11	T 1.2.2.2.2	VDF									0 91 37	Sumbu 1 Sumbu 2	3639	5563	4919	3891	3927	4255	Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0593	0.2692		0.6787			95	1.008	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	Sumbu 1 Sumbu 2	3639	5563	4919	3891	3927		Kelebihan Beban (%)
12	B 1.2	VDF									0 58 30	Sumbu 1 Sumbu 2	3914	8192		0.8656			Kelebihan Beban (%)
		BEBAN (kg)	0.0676	0.6735					854	9.062	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	Sumbu 1 Sumbu 2	3914	8192		0.8656		99	0.814
		TOTAL						TOTAL						TOTAL					
		9424						12169						12169					

Tabel 15Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 2

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 2												RUAS (SEWO - LOHBENER)												JAWA BARAT												
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (SEWO)						ARAH 2 (LOHBENER)						ARAH 2 (LOHBENER)						ARAH 2 (LOHBENER)																		
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	821	928				5009	50.140	0	0		sb.4	BEBAN (kg)	986	1111					3785				36.408	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4					0	0			
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0004	0.0010										VDF	0.0101	0.6259																	0	0				
2	T 1.2	BEBAN (kg)	2184	4989				3562	35.656	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	2514	5781					3573				34.369	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4					0	8			
		VDF	0.0149	0.6801						0	8			VDF	0.0101	0.6259																	0	8				
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	3163	6638	5383			18	0.180	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	4980	9447	9306				1887				18.151	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4					21	91			
		VDF	0.2021	4.5620						0	78			VDF	0.2765	0.1674																						
4	T 1.1. 2.2	BEBAN (kg)	4773	4106	8488	7936		48	0.480	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	5526	4729	9436	9667			44				0.423	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
		VDF	0.1488	0.0878	2.5087					12	100	0		VDF	0.2765	0.1674	4.3329																42	98	0			
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	3889	10218	7853	7722		467	4.675	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	4000	9810	7337	7581									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4								
		VDF	0.0840	3.5642	1.3955	1.5615				0	52	0	0	VDF	0.0396	2.8435	0.0305	0.1579															3	46	0	0		
6	T 1.2.2 + 2.2	BEBAN (kg)								sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)													sb.1	sb.2	sb.3	sb.4								
		VDF												VDF																								
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)	2793	5014	4843			10	0.100	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	2431	3671	3058									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
		VDF	0.0436	0.0722	0.7649					0	0	0		VDF	0.0165	0.2020	0.2162																19	0.183	0	0	0	
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)	3322	6461	5159	5129		383	3.834	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	3775	7598	5971	6565								sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
		VDF	0.0826	1.9740	1.4275					0	10	0		VDF	0.0582	1.2272	0.8417																7	20	0			
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)	3658	8679	5972	5766	5757		118	1.181	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	4026	9841	6801	6755	7271						sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
		VDF	0.0698	3.4624		3.7291				0	32	38		VDF	0.0736	0.4798	0.9504																84	0.808	0	52	63	
10	T 1.2.2-2	BEBAN (kg)	3945	4896	6073	5836	5892		142	1.421	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	4495	8057	7217	5973	6803						sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
	T 1.2.2-2.2	VDF	0.1556	1.5313		1.3675				3	46	27		VDF	0.0736	0.4798	0.9504																12	70	14			
11	T 1.2.2-2.2.2	BEBAN (kg)	4458	7794	8254	7482	7293	7551		199	1.992	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	4918	8127	8643	7302	7666	8217				sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
		VDF	0.1629	3.0859		7.8289				5	82	60		VDF	0.1104	2.3140																	135	1.299	8	83	56	
12	B 1.2	BEBAN (kg)	4034	7481				34	0.340	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	4587	4448										sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									
		VDF	0.0978	1.0318						0	8			VDF	0.0701	0.9958																	2	8				
		TOTAL						TOTAL						TOTAL						TOTAL						TOTAL												
		9990						9990						10396						10396						10396												

Tabel 16Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 3

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 3 RUAS (PEKALONGAN - PEMALANG) JAWA TENGAH											
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (PEKALONGAN)						ARAH 2 (PEMALANG)					
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	1224	1353				BEBAN (kg)	1216	1307			
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0009	0.0016				VDF	0.0008	0.0012			
2	T 1.2	BEBAN (kg)	3475	7261				BEBAN (kg)	5077	8525			
		VDF	0.2629	2.8686				VDF	5.3763	9.3472			
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	6090	11273	10454			BEBAN (kg)	7324	13767	12931		
		VDF	0.1531	1.0048				VDF	3.5990	18.6593			
4	T 1.1. 2.2	BEBAN (kg)	5878	7969	10618	8952		BEBAN (kg)	7689	6792	14007	13478	
		VDF	0.5245	2.1551	7.7611			VDF	0.8541	0.6439	16.5529		
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	5311	13552	10452	11003		BEBAN (kg)	5855	12575	9333	9984	
		VDF	0.2366	12.5160	5.0852	6.1086		VDF	0.5908	11.3455	3.9024	8.3814	
6	T 1.22 + 2.2	BEBAN (kg)						BEBAN (kg)					
		VDF						VDF					
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)						BEBAN (kg)					
		VDF						VDF					
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)	5705	11282	9516	9172		BEBAN (kg)	6092	13903	11278	11308	
		VDF	4.6176	10.7421	5.3433			VDF	0.1582	1.3761	0.4018		
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)	5379	12487	10006	9894	9806	BEBAN (kg)	7087	14530	10503	10867	
		VDF	0.2341	11.0568		5.5529		VDF	2.2204	17.0705		8.4366	
10	T 1.2.2.2	BEBAN (kg)	7400	8747	14302	10720	11754	BEBAN (kg)	6717	11094	11244	11169	10279
		VDF	4.5663	18.1339		10.0285		VDF	0.9652	11.1681		11.6213	
11	T 1.2.2.2.2	BEBAN (kg)	6234	11499	12212	11433	11840	BEBAN (kg)	7572	9972	10752	9791	9047
		VDF	0.4051	7.9471		23.1579		VDF	6.0303	5.0900		13.6400	
12	B 1.2	BEBAN (kg)	5481	9398				BEBAN (kg)	6157	10553			
		VDF	0.2909	2.4265				VDF	0.4390	4.1078			
		TOTAL						TOTAL					
		10476						12757					

Tabel 17 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 4

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 4 RUAS (TUBAN - BULU) JAWA TIMUR											
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (TUBAN)						ARAH 2 (BULU)					
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	1028	1152				BEBAN (kg)	838	962			
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0195	0.9343				VDF	0.16811	0.05658			
2	T 1.2	BEBAN (kg)	2692	6192				BEBAN (kg)	2267	4984			
		VDF	0.0195	0.9343				VDF	0.1282	2.5563			
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	5585	10737	10497			BEBAN (kg)	4466	8051	7782		
		VDF	0.3094	6.9660				VDF	0.12817	2.5563			
4	T 1.1.2.2	BEBAN (kg)	5448	5354	9456	9496		BEBAN (kg)	5359	4941	10167	10206	
		VDF	0.3038	0.3139	1.6504			VDF	0.07677	3.7880	1.8708		
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	4897	12587	9744	9432		BEBAN (kg)	3990	9891	7879	7988	
		VDF	0.1617	7.9659	3.4159	2.9166		VDF	0.0768	3.7880	1.8708	2.0267	
6	T 1.2.2 + 2.2	BEBAN (kg)						BEBAN (kg)					
		VDF						VDF					
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)						BEBAN (kg)					
		VDF						VDF					
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)	4282	8649	7430	7757		BEBAN (kg)	3645	6679	5724	5997	
		VDF	0.1344	2.7928	1.7948			VDF	0.68357	1.28949	0.8193		
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)	4987	11093	8928	6735	6963	BEBAN (kg)	4149	9135	6474	6696	6618
		VDF	0.2064	5.4914		2.2270		VDF	0.0836	3.0489		1.4093	
10	T 1.2.2.2	BEBAN (kg)	4976	6566	9043	9086	8690	BEBAN (kg)	4704	5639	9167	7595	8118
		VDF	0.2077	2.0673		4.2087		VDF	0.1499	1.5632		3.4951	
11	T 1.2.2.2.2	BEBAN (kg)	5723	10425	10903	10167	10653	BEBAN (kg)	4732	7686	7602	6624	6085
		VDF	0.2975	5.7720		20.2313		VDF	0.1351	2.0524		4.4393	
12	B 1.2	BEBAN (kg)	4925	9087				BEBAN (kg)	4125	7779			
		VDF	0.1608	2.6364				VDF	0.0904	1.3499			
		TOTAL						TOTAL					
		7049						8749					

Tabel 18 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 5

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 5 RUAS (PILANG - PASURUAN - BTS. PROBOLINGGO) JAWA TIMUR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (PASURUAN)						ARAH 2 (PROBOLINGGO)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi

Tabel 19 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 6

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 6 RUAS (TOMO - KADIPATEN) JAWA BARAT																									
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (TOMO)												ARAH 2 (KADIPATEN)													
1	MP 1.1 T 1.2 & B. 1.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.0005	0.0009					3798	63.929	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.0005	0.0008						3331	62.956	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
2	T 1.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.0544	1.1196					1558	26.225	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.2137	2.1469						1370	25.893	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	2.1489	0.5426	10182				340	5.723	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.8519	16.5022	13263					248	4.687	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
4	T 1.1. 2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	2.1489	0.5426	2.5588				6	0.101	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.0677	0.0890	0.8323					82	1.550	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.0018	0.0020	0.0018	0.0018			4	0.067	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.0496	3.4185	0.0281	0.2085				20	0.378	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
6	T 1.2.2 + 2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4													
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4													
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.0018	0.0020	0.0018	0.0018			38	0.640	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.0093	0.3305	0.0023					32	0.605	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4													
10	T 1.2.2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.1643	4.4697		2.5679			11	0.185	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.2039	8.1267		0.2484				14	0.265	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
11	T 1.2.2.2.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.0025	0.0088		0.0098			4	0.067	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.0633	0.1655		0.0045				11	0.208	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
12	B 1.2	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)				BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)			
		VDF	0.4927	7.6944					182	3.063	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	0.4767	8.7582						183	3.459	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
										TOTAL				TOTAL				TOTAL				5291					

Tabel 20 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 7

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 7 RUAS (CIANJUR - PADALARANG) JAWA BARAT																									
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (CIANJUR)						ARAH 2 (PADALARANG)																			
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	807	895				6130	79.209		0	0			802	885					6334	77.357		0	0		
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0002	0.0004										0.0002	0.0003												
2	T 1.2	BEBAN (kg)	2348	4343				1057	13.658		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	2280	4160					1121	13.691		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
		VDF	0.1034	0.6091							2	7			0.0359	0.2789							% Komposisi	2	5		
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	4092	6260	6161			182	2.352		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	3462	5358	5364				238	2.907		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
		VDF	0.1257	1.4593							10	58			0.0999	1.1327							% Komposisi	12	57		
4	T 1.1.2.2	BEBAN (kg)	2265	3506	2367	2269		83	1.072		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	1450	2082	1671	1667			203	2.479		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
		VDF	0.0317	0.2386	0.2840						2	4	0		0.0121	0.1103	0.1043						% Komposisi	2	2	0	
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)									Kelebihan Beban (%)												Kelebihan Beban (%)				
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
6	T 1.2.2 + 2.2	BEBAN (kg)									Kelebihan Beban (%)												Kelebihan Beban (%)				
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)									Kelebihan Beban (%)												Kelebihan Beban (%)				
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)									Kelebihan Beban (%)												Kelebihan Beban (%)				
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)									Kelebihan Beban (%)												Kelebihan Beban (%)				
		VDF									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4									sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
10	T 1.2.2-2	BEBAN (kg)	4861	5295	4323	5800	3906	6	0.078		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	3907	5389	4766	2947	2116		15	0.183		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
		VDF	0.1621	0.2155		0.2813					50	100	50		0.1115	0.6270		0.1128					18	65	2		
11	T 1.2.2-2.2.2	BEBAN (kg)	17951	2599	6305	2088	4142	1244	0.026		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	1216	1713	1223	1348	1026	1133		0.134		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
		VDF	0.0109	0.1088		0.1151		2			0	1.3	0		0.0024	0.0200		0.0220			11		9	9	2		
12	B 1.2	BEBAN (kg)	3953	6976				279	3.605		Kelebihan Beban (%)				3999	7120					266	3.249		sb.1	sb.2	sb.3	sb.4
		VDF	0.0709	0.7828							2	7			0.0713	0.8046							2	7			
		TOTAL						7739	TOTAL						8188												

Tabel 21 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 8

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 8 RUAS (CIAMIS - BANJAR) JAWA BARAT													
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (CIAMIS)						ARAH 2 (BANJAR)							
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelebihan Beban (%)	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4	
1	HP 1.1	BEBAN (kg)	1035	1148				12242	73.398	0	0				
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0004	0.0008											
2	T 1.2	BEBAN (kg)	2596	5454				2811	16.854	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.0164	0.5795											
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	5443	9503	8974			274	1.643	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.3012	5.4080											
4	T 1.1. 2.2	BEBAN (kg)	2932	3533	4051	3802		5	0.030	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.0781	0.1610	1.6333										
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	3688	7579	1562	1383		54	0.324	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.1011	2.1622	0.6508	0.0548									
6	T 1.2.2 + 2.2	BEBAN (kg)								sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF													
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)								sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF													
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)	1162	1668	861	936		60	0.360	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.0014	0.0469	0.0003										
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)	6035	12513	7535	7271	6431	12	0.072	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.3168	5.8592		2.5191									
10	T 1.2.2.2	BEBAN (kg)	2122	3727	3323	477	522	2	0.012	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.0262	0.2440		0.0003									
11	T 1.2.2.2.2	BEBAN (kg)	5960	6747	8583	7810	7567	15	0.090	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.3094	3.0253		8.8772									
12	B 1.2	BEBAN (kg)	5078	9841				1204	7	sb.1	sb.2	sb.3	sb.4		
		VDF	0.1790	2.8890											
		TOTAL						16679	TOTAL						
									15440						

Tabel 22 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 9

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Ditjen Bina Marga 1997

ZONA 9 RUAS (SALATIGA - BOYOLALI)																					
KELAS KENDARAAN		ARAH 2 (BOYOLALI)																			
		Sumbu 1						Sumbu 2													
No	Konfigurasi Sumbu	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelahiran Beban (%)	BEBAN (kg)	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	N sample	% Komposisi	Kelahiran Beban (%)	
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	3702	7126				1037	18.025	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	845 905								10107	67.791	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0054	0.2018						0 0	0.0002 0.0009									0 0	
2	T 1.2	BEBAN (kg)	1917	3774				2805	48.757	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	2547 6034								2820	18.915	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0054	0.2018						0 8	0.0136 0.6770									0 2	
3	T 1.22	BEBAN (kg)	3843	7303	6669			382	6.640	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	4685 8327								362	2.428	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0686	1.4922						33 88	0.1468 2.3803									3 68	
4	T 1.1. 22	BEBAN (kg)	2204	2247	3055	3210		17	0.295	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	3564 4600								22	0.148	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0404	1.3316	0.4457					5 50 0	0.1368 2.3864									0 25 0	
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	2967	6545	3663	3919		144	2.503	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	3744 8118								144	0.966	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0404	1.3316	0.4457	0.4686				0 21 0 0	0.0619 1.4902									1 20 0 0	
6	T 1.22 + 2.2	BEBAN (kg)								sb.1 sb.2 sb.3 sb.4											sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF																			
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)	2042	3062	2197			38	0.661	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	2533 3640								18	0.121	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0094	0.0678	0.0445					7 0 0	0.0303 0.0587									0 0 0	
8	T 1.2 - 22	BEBAN (kg)	2451	4416	3525	3478		211	3.668	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	2886 4142								351	2.354	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0437	0.7760	0.4717					4 3 0	0.0344 0.3244								13	0.087	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
9	T 1.2 - 222	BEBAN (kg)	3686	6222	5903	4833		28	0.487	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	4635 9090									0.094	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0585	0.8278		1.7888				6 30 47	0.1360 2.3882									4 10 27	
10	T 1.22-22	BEBAN (kg)	5062	6794	9049	6929	7890	47	0.817	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	4828 6472								14	0.094	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.1992	2.4442		2.4775				20 85 28	0.2154 1.6429									17 91 37	
11	T 1.22-222	BEBAN (kg)	3984	5754	5495	3385	4564	7	0.122	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	4788 6455								8	0.054	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0689	0.4123		0.6606				0 31 15	0.1149 0.6820									0 66 40	
12	B 1.2	BEBAN (kg)	3702	7126				1037	18.025	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4	4498 8016										sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		VDF	0.0002	0.0009						0 12	0.1068 1.2698								1050	7.043	sb.1 sb.2 sb.3 sb.4
		TOTAL						5753	TOTAL						TOTAL						

Tabel 23 Beban Sumbu Kendaraan (P) Zona 10

Perhitungan Nilai Beban Sumbu Kendaraan Menurut Dijen Bina Marga 1997

KELAS KENDARAAN		ZONA 10 RUAS (KERTOSONO - NGANJUK) JAWA TIMUR											
No	Konfigurasi Sumbu	ARAH 1 (KERTOSONO)						ARAH 2 (NGANJUK)					
		Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Sumbu 4	Sumbu 5	Sumbu 6
1	MP 1.1	BEBAN (kg)	1086	1231				BEBAN (kg)	5524	11875			
	T 1.2 & B. 1.2	VDF	0.0005	0.0012				VDF	0.0253	1.1091			
2	T 1.2	BEBAN (kg)	2739	5741				BEBAN (kg)	5524	11875			
		VDF	0.0212	0.7699				VDF	0.0253	1.1091			
3	T 1.2.2	BEBAN (kg)	5386	9169	8599			BEBAN (kg)	5524	11875			
		VDF	0.2562	4.7013				VDF	0.4092	12.5241			
4	T 1.1.1. 2.2	BEBAN (kg)	5748	6140	6938	6091		BEBAN (kg)	5942	6691	8383	8126	
		VDF	0.4020	0.4750	3.5770			VDF	0.3885	0.7947	6.2082		
5	T 1.2 + 2.2	BEBAN (kg)	4612	5914	6954	7254		BEBAN (kg)	5524	11875	8126	8906	
		VDF	0.1467	6.0684	2.0848	2.2640		VDF	0.1759	13.5512	4.0928	4.6796	
6	T 1.2.2 + 2.2	BEBAN (kg)						BEBAN (kg)					
		VDF						VDF					
7	T 1.2 - 2	BEBAN (kg)						BEBAN (kg)					
		VDF						VDF					
8	T 1.2 - 2.2	BEBAN (kg)	3370	5410	4347	4592		BEBAN (kg)	5524	11875	8126	8906	
		VDF	0.0823	0.9143	0.7618			VDF	0.0649	2.3031	2.6307		
9	T 1.2 - 2.2.2	BEBAN (kg)	5476	11927	8675	9323	8008	BEBAN (kg)	5524	11875	8126	8906	
		VDF	0.2325	8.7698		15.2334		VDF	0.2175	14.9900		13.4741	
10	T 1.2.2-2.2	BEBAN (kg)	4887	7598	7047	5652	5670	BEBAN (kg)	0.0253	1.1091	0.0253		
		VDF	0.1491	3.0432	0.9525			VDF	0.2601	8.1478	4.6626		
11	T 1.2.2-2.2.2	BEBAN (kg)	6272	9398	8837	7601	9230	BEBAN (kg)	0.0253	1.1091	0.0253	1.1091	
		VDF	0.3685	3.4142		11.5439		VDF	0.3423	7.5138		22.6610	
12	B 1.2	BEBAN (kg)	6037	10355				BEBAN (kg)	0.0253	1.1091			
		VDF	0.3489	3.4659				VDF	0.3398	4.4087			
		TOTAL						TOTAL					
		20452						40811					

Bibliografi

Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jendral Bina Marga, 1997

NCHRP Report 509, Equipment for Collecting Traffic Load Data, 2004

<http://www.fhwa.dot.gov/ohim/tmguid/index.htm> (active as of June 20, 2003).

American Society of Testing Materials, *Annual Book of ASTM Standards 2000*,
Section

Construction, Volume 04.03, Designation: E 1318-02—Standard Specification for
Highway Weigh-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test
Method, ASTM.

*6 Long Term Pavement Performance Program Protocol for Calibrating Traffic
Data*

Collection Equipment, April 1998 (with 5/10/98 revisions).
<http://www.tfhr.gov/pavement/>

[http://pdf/trfcal.pdf](http://pdf.trfcal.pdf) (active as of June 20, 2003).

Tina G. Butcher et al., Specifications, Tolerances, and Other Technical
Requirements for Weighing and Measuring Devices: As Adopted by the 83rd
National Conference on Weights and Measures, 1998, ISBN #0-16-049825-2.

B. McCall and W.C. Vodrazka Jr., *States Successful Practices WIM Handbook*,
Center for Transportation Research and Education (CTRE), Iowa State
University, December 1997,
http://www.ctre.iastate.edu/research/wim_pdf/index.htm.

J.H. Kell and I.J. Fullerton, *Traffic Detector Handbook*, Second Edition, U.S.
Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington,
D.C., 1992.

Traffic Monitoring Guide, U.S. Department of Transportation, Federal Highway

Administration, Office of Highway Policy, January 2001,
<http://www.fhwa.dot.gov/ohim/tmguid/index.htm>.