

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Topik mengenai daya angkut kendaraan, distribusi beban sumbu, dan dampak muatan berlebih sudah banyak diteliti sebelumnya. Hasil penelitian umumnya menunjukkan bahwa truk overload tidak hanya mempercepat kerusakan jalan dan jembatan, tetapi juga menurunkan kinerja kendaraan serta meningkatkan risiko kecelakaan. Beberapa penelitian yang relevan antara lain:

1. (Novela et al., 2022) Hasil perhitungan kerusakan jalan, ruas Jalan Mahir-Mahar arah Jalan RTA Milono ke arah Jalan Tjilik Riyut km 10 dan sebaliknya, mengalami kerusakan jalan sekitar 12.528,84 m² atau 9,67% (kerusakan sedang) dari total panjang jalan Mahir-Mahar (Lingkar Luar) 18,5 km dan lebar jalan 7 m (luas = 129.500 m²)
2. (Al Yarham et al., 2024) Dampak pembebanan yang terjadi pada saat chassis dibebankan dengan 8 macam variasi pembebanan
3. (Ate Manik & Siregar Parlindungan, 2024) Muatan berlebih berpotensi berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan yang telah direncanakan. Semakin berat sebuah kendaraan maka semakin besar juga nilai demage factor kendaraan terhadap perkerasan jalan.
4. (Nariendra & Juanita, 2023) Beban berlebih (overloading) adalah jumlah berat muatan kendaraan angkutan barang (truk) yang diangkut melebihi dari jumlah yang diijinkan (JBI) atau muatan sumbu terberat (MST) melebihi kemampuan kelas jalan yang ditetapkan

5. (Ermanto et al., 2023) Pada pertambahan massa dummy sebesar 231 Kg kemampuan rem sudah tidak lolos uji dengan nilai 49,9 %.

Dari penelitian-penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa muatan berlebih (*overload*) sudah terbukti berdampak besar terhadap kondisi jalan, kendaraan dan keselamatan lalu lintas. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada dampaknya saja. Belum banyak yang membahas secara detail bagaimana metode perhitungan daya angkut dilakukan dan apa saja faktor teknis yang menyebabkan truk dengan tipe sama memiliki daya angkut berbeda.

Penelitian ini mencoba mengisi celah tersebut dengan cara menganalisis metode perhitungan daya angkut berdasarkan prinsip mekanika, sekaligus mengkaji faktor-faktor teknis seperti berat kosong, dimensi, titik berat muatan, kapasitas ban, dan kekuatan sumbu. Dengan begitu, penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran lebih utuh tentang daya angkut truk dan implikasinya terhadap keselamatan dan infrastruktur.

2.2 Landasan Hukum

2.2.1 Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Undang-Undang ini menjadi dasar hukum utama dalam pengaturan lalu lintas dan angkutan jalan di Indonesia. Dalam Pasal 19 disebutkan bahwa jalan dibagi ke dalam beberapa kelas berdasarkan fungsi, intensitas lalu lintas dan kekuatan jalan dalam menahan beban sumbu terberat kendaraan. Sementara itu, Pasal 49 mengharuskan setiap kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan untuk memenuhi syarat teknis dan laik jalan, yang pengujianya dilakukan secara berkala. Berikut adalah bunyi pasal 19 secara lengkap:

(1) Jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan:

- a. Fungsi dan intensitas Lalu Lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan; dan
 - b. Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraaan bermotor.
- (2) Pengelompokan Jalan menurut kelas Jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;
 - b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;
 - c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan
 - d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.
- (3) Dalam keadaan tertentu daya dukung jalan kelas III sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf c dapat

ditetapkan muatan sumbu terberat kurang dari 8 (delapan) ton.

- (4) Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan diatur sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang Jalan.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai jalan kelas khusus sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf d diatur dengan peraturan pemerintah.

Di bagian bab pengujian kendaraan bermotor UU No. 22 tahun 2009 pasal 49 menyebutkan:

- (1) Kendaraan Bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan yang diimpor, dibuat dan/atau dirakit di dalam negeri yang akan dioperasikan di Jalan wajib dilakukan pengujian.
- (2) Pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. Uji tipe; dan
 - b. Uji berkala.

Terdapat pasal 53 yang menekankan pentingnya pengujian kendaraan secara menyeluruh dari sisi teknis, administrasi, hingga aspek keselamatan. Ketentuan-ketentuan ini sangat relevan dengan penelitian ini karena daya angkut truk harus disesuaikan dengan ketentuan teknis agar tidak membahayakan lalu lintas dan tetap sesuai dengan kelas jalan. Berikut bunyi lengkap pasal 53:

- (1) Uji berkala sebagaimana dimaksud dalam Pasal 49 ayat (2) huruf b diwajibkan untuk mobil penumpang umum, mobil bus, mobil barang, kereta gandengan, dan kereta tempelan yang dioperasikan di Jalan.
- (2) Pengujian berkala sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi kegiatan:
 - a. Pemeriksaan dan pengujian fisik Kendaraan Bermotor; dan
 - b. Pengesahan hasil uji.

- (3) Kegiatan pemeriksaan dan pengujian fisik Kendaraan Bermotor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a dilaksanakan oleh:
- a. Unit pelaksana pengujian pemerintah kabupaten/kota;
 - b. Unit pelaksana agen tunggal pemegang merek yang mendapat izin dari Pemerintah; atau
 - c. Unit pelaksana pengujian swasta yang mendapatkan izin dari Pemerintah.

2.2.2 Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan

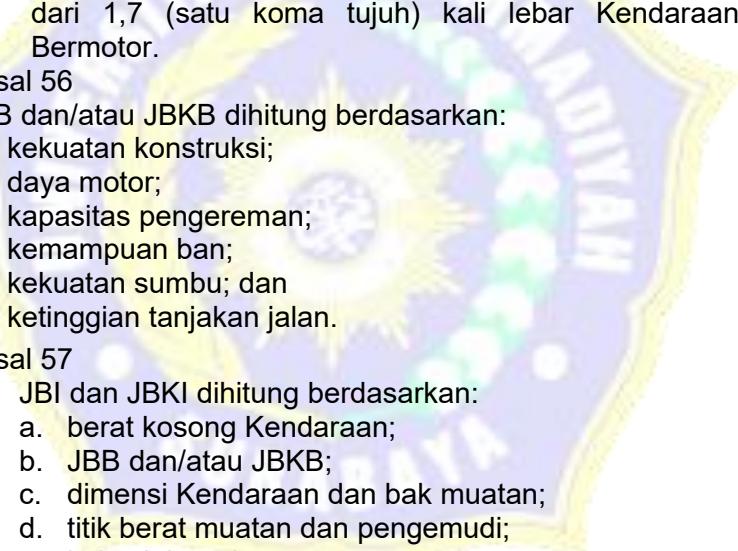
Dalam peraturan ini, beberapa pasal yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain:

1. Pasal 3 mengelompokkan kendaraan bermotor ke dalam lima jenis utama: sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus, mobil barang, dan kendaraan khusus.
2. Pasal 5 ayat (4) Kendaraan Bermotor jenis Mobil Barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) huruf d meliputi:
 - a. Mobil bak muatan terbuka;
 - b. Mobil bak muatan tertutup;
 - c. Mobil tangki; dan
 - d. Mobil penarik.
3. Pasal 6 memuat ketentuan teknis seperti ukuran kendaraan, struktur, dan perlengkapan wajib. Yang berbunyi lengkap:
 - (1) Setiap Kendaraan Bermotor yang dioperasikan di jalan harus memenuhi persyaratan teknis.
 - (2) Persyaratan teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. Susunan;
 - b. Perlengkapan;
 - c. Ukuran;
 - d. Karoseri;

- e. Rancangan teknis Kendaraan sesuai dengan peruntukannya;
 - f. Pemuatan;
 - g. Penggunaan;
 - h. Penggandengan Kendaraan Bermotor; dan/atau
 - i. Penempelan Kendaraan Bermotor.
4. Pasal 54
- (1) Ukuran Kendaraan Bermotor selain Sepeda Motor harus memenuhi persyaratan:
 - a. Panjang tidak melebihi:
 1. 12.000 (dua belas ribu) milimeter untuk Kendaraan Bermotor tanpa Kereta Gandengan atau Kereta Tempelan selain Mobil Bus;
 2. 13.500 (tiga belas ribu lima ratus) milimeter untuk Mobil Bus tunggal;
 3. 18.000 (delapan belas ribu) milimeter untuk Kendaraan Bermotor yang dilengkapi dengan Kereta Gandengan atau Kereta Tempelan.
 - b. Lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter;
 - c. Tinggi tidak melebihi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraan;
 - d. Sudut pergi Kendaraan paling sedikit 8° (delapan derajat) diukur dari atas permukaan bidang atau jalan yang datar; dan
 - e. Jarak bebas antara bagian permanen paling bawah Kendaraan Bermotor terhadap permukaan bidang jalan tidak bersentuhan dengan permukaan bidang jalan.
 - (2) Panjang bagian Kendaraan yang menjulur ke belakang dari sumbu paling belakang maksimum 62,50% (enam puluh dua koma lima nol persen) dari jarak sumbunya, sedangkan yang menjulur ke depan dari sumbu paling

depan maksimum 47,50% (empat puluh tujuh koma lima nol persen) dari jarak sumbunya.

- (3) Dalam hal Kendaraan Bermotor memiliki tinggi keseluruhan lebih dari 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, wajib dilengkapi dengan tanda.
 - (4) Tanda sebagaimana dimaksud pada ayat (3) berupa tulisan yang mudah dilihat oleh pengemudi di dalam ruang pengemudi.
5. Pasal 55
- (1) Ukuran bak muatan Mobil Barang disesuaikan dengan konfigurasi sumbu, JBB, JBI, dan spesifikasi tipe landasan Kendaraan Bermotor.
 - (2) Bak muatan Mobil Barang sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. bak muatan terbuka; dan
 - b. bak muatan tertutup.
 - (3) Bak muatan terbuka dan tertutup sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus memenuhi persyaratan paling sedikit:
 - a. Panjang, lebar, dan tinggi ukuran bak muatan harus sesuai dengan spesifikasi teknis Kendaraan Bermotor dan daya angkut;
 - b. Jarak antara dinding terluar bagian belakang kabin dengan bak muatan bagian depan paling sedikit 150 (seratus lima puluh) milimeter untuk kendaraan sumbu belakang tunggal dan 200 (dua ratus) milimeter untuk Kendaraan Bermotor dengan sumbu belakang ganda atau lebih;
 - c. Dinding terluar bak muatan bagian belakang tidak melebihi ujung landasan bagian belakang kecuali untuk *dump truck*; dan
 - d. Lebar maksimum bak muatan terbuka tidak melebihi:
 1. 50 (lima puluh) milimeter dari ban terluar pada sumbu kedua atau sumbu belakang Kendaraan untuk Kendaraan Bermotor sumbu ganda; atau

- 
2. Lebar kabin ditambah 50 (lima puluh) milimeter pada sisi kiri dan 50 (lima puluh) milimeter pada sisi kanan untuk Kendaraan Bermotor sumbu tunggal.
 - (4) Dalam hal tinggi bak muatan terbuka pada Mobil Barang sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a lebih rendah dari jendela kabin belakang, pada jendela kabin belakang Mobil Barang harus dipasang teralis.
 - (5) Untuk bak muatan tertutup selain memenuhi persyaratan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) harus memenuhi persyaratan tinggi bak muatan tertutup diukur dari permukaan tanah paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar Kendaraan Bermotor.
6. Pasal 56
- JBB dan/atau JBKB dihitung berdasarkan:
- a. kekuatan konstruksi;
 - b. daya motor;
 - c. kapasitas penggereman;
 - d. kemampuan ban;
 - e. kekuatan sumbu; dan
 - f. ketinggian tanjakan jalan.
7. Pasal 57
- (1) JBI dan JBKI dihitung berdasarkan:
 - a. berat kosong Kendaraan;
 - b. JBB dan/atau JBKB;
 - c. dimensi Kendaraan dan bak muatan;
 - d. titik berat muatan dan pengemudi;
 - e. kelas jalan; dan
 - f. jumlah tempat duduk yang tersedia, bagi Mobil Bus.
 - (2) JBI maksimum sama dengan JBB.
 - (3) JBKI maksimum sama dengan JBKB.
- Hingga Pasal 57 menjelaskan mekanisme modifikasi, uji tipe, dan uji berkala kendaraan. Kemudian, Pasal 60 sampai dengan pasal 63 membahas tentang pemuatan, penggunaan,

penggandengan dan penempelan kendaraan bermotor. Sedangkan di pasal 64 membahas tentang persyaratan laik jalan kendaraan bermotor.

8. Pasal 64

- (1) Setiap Kendaraan Bermotor yang dioperasikan di jalan harus memenuhi persyaratan laik jalan.
- (2) Persyaratan laik jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditentukan berdasarkan kinerja minimal Kendaraan Bermotor yang paling sedikit meliputi:
 - a. Emisi gas buang;
 - b. Kebisingan suara;
 - c. Efisiensi sistem rem utama;
 - d. Efisiensi sistem rem parkir;
 - e. Kincup roda depan;
 - f. Suara klakson;
 - g. Daya pancar dan arah sinar lampu utama;
 - h. Radius putar;
 - i. Akurasi alat penunjuk kecepatan;
 - j. Kesesuaian kinerja roda dan kondisi ban; dan
 - k. Kesesuaian daya mesin penggerak terhadap berat Kendaraan.

Terakhir, Pasal 74 dan 143 menggarisbawahi bahwa uji berkala sangat penting untuk memastikan kendaraan, terutama truk dengan daya angkut besar, tetap aman dan layak jalan.

9. Pasal 74

- (1) Kesesuaian daya mesin penggerak terhadap berat Kendaraan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 64 ayat (2) huruf k selain mobil penarik dan sepeda motor harus memiliki perbandingan antara daya dan berat total Kendaraan berikut muatannya paling sedikit 4,50 (empat koma lima nol) kilowatt setiap 1.000 (seribu) kilogram dari JBB.
- (2) Kesesuaian daya mesin penggerak terhadap berat Kendaraan untuk mobil penarik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memiliki perbandingan antara daya

dan berat total Kendaraan berikut muatannya paling sedikit 5,50 (lima koma lima nol) kilowatt setiap 1.000 (seribu) kilogram dari JBKB.

10. Pasal 143

- (1) Uji Berkala sebagaimana dimaksud dalam Pasal 121 ayat (3) huruf b wajib bagi Mobil Penumpang umum, Mobil Bus, Mobil Barang, Kereta Gandengan dan Kereta Tempelan yang dioperasikan di jalan.
- (2) Uji Berkala sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan oleh:
 - a. Unit pelaksana pengujian milik pemerintah kabupaten/kota;
 - b. Unit pelaksana agen tunggal pemegang merek yang mendapat izin dari menteri yang bertanggungjawab dibidang sarana dan prasarana lalu lintas dan angkutan jalan; atau
 - c. Unit pelaksana pengujian swasta yang mendapat izin dari menteri yang bertanggungjawab di bidang sarana dan prasarana lalu lintas dan angkutan jalan.
- (3) Uji Berkala sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. uji berkala pertama;
 - b. pemeriksaan persyaratan teknis;
 - c. pengujian persyaratan laik jalan;
 - d. pemberian bukti lulus uji; dan
 - e. unit pelaksana uji berkala.

2.2.3 Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor

Peraturan ini memperjelas beberapa istilah penting, seperti Jumlah Berat yang Diperbolehkan (JBB) yakni berat maksimum kendaraan beserta muatannya menurut desain

kendaraan, dan Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI) yaitu berat maksimum kendaraan beserta muatannya yang diperbolehkan berdasarkan kelas jalan. Pengujian berkala yang diwajibkan dalam peraturan ini meliputi uji pertama dan uji perpanjangan, yang mencakup aspek teknis serta kelaikan jalan kendaraan. Informasi ini penting dalam perhitungan dan evaluasi daya angkut kendaraan truk.

2.2.4 Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 156 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Penguji Berkala Kendaraan Bermotor

Dalam peraturan ini disebutkan, khususnya pada Pasal 6 dan 7, bahwa penguji kendaraan bermotor wajib memiliki kompetensi dan sertifikasi yang sesuai. Hal ini penting untuk menjamin bahwa pengujian kendaraan dilakukan secara akurat dan profesional, termasuk dalam hal penilaian kapasitas daya angkut kendaraan jenis truk.

Sesuai dengan bunyi pasal 7 kompetensi penguji berkala kendaraan bermotor terdiri dari 8 tingkat jenjang yaitu:

1. Pembantu penguji;
2. Penguji pemula;
3. Penguji tingkat satu;
4. Penguji tingkat dua;
5. Penguji tingkat tiga;
6. Penguji tingkat empat;
7. Penguji tingkat lima;
8. Master penguji.

2.3 Jenis - Jenis Kendaraan Truk

Truk merupakan jenis kendaraan yang dirancang khusus untuk mengangkut barang. Berdasarkan karakteristik fisik dan fungsinya, truk dibedakan menjadi beberapa jenis:

1. Truk Engkel: Truk dua sumbu dan ban belakang tunggal dengan kapasitas angkut sedang.



Gambar 2. 1 Truk Engkel Terbuka
Sumber: Dokumentasi pribadi



Gambar 2. 2 Truk Engkel Tertutup
Sumber: Dokumentasi pribadi

2. Truk Double: Memiliki dua sumbu roda ban double/ganda mampu mengangkut muatan lebih banyak dibanding truk engkel.



Gambar 2. 3 Truk Double Terbuka
Sumber: Dokumentasi pribadi



Gambar 2. 4 Truk Double Tertutup
Sumber: Dokumentasi pribadi

3. Truk Tronton: Truk tiga sumbu roda, biasanya memiliki daya angkut besar.



Gambar 2. 5 Truk Tronton
Sumber: Dokumentasi pribadi

4. Truk Trailer: Truk yang menarik gandengan, digunakan untuk membawa muatan berat atau kontainer.



Gambar 2. 6 Truk Trailer
Sumber: Dokumentasi pribadi

5. Truk Tangki: Didesain khusus untuk mengangkut cairan seperti bahan bakar atau air.



Gambar 2. 7 Truk Tangki
Sumber: Dokumentasi pribadi

6. Truk Kontainer: Khusus digunakan untuk membawa peti kemas di jalur distribusi logistik.



Gambar 2. 8 Truk Kontainer
Sumber: <https://gambartransportasi.blogspot.com/2015/07/transportasi-truk-peti-kemas.html>

Masing-masing jenis truk memiliki spesifikasi teknis dan kapasitas daya angkut berbeda sesuai peruntukannya.

2.4 Kendaraan Truk Mitsubishi FE 73

Objek penelitian dalam studi ini adalah truk Mitsubishi tipe FE 73 dengan Jumlah Berat yang Diperbolehkan (JBB) sebesar 7.000 kg sesuai data resmi dari Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM). Pemilihan tipe kendaraan ini dilakukan karena FE 73 merupakan salah satu varian truk ringan yang banyak digunakan dalam distribusi logistik di Indonesia. Dengan kapasitas muatan yang cukup besar dan penggunaan yang luas di berbagai sektor usaha, kendaraan ini relevan untuk dianalisis dari sisi metode perhitungan daya angkut serta pengaruhnya terhadap keselamatan dan efisiensi operasional.

Spesifikasi Kendaraan

Merk / Type	: Mitsubishi FE 73
Mesin Silinder	: 3.907 CC / 4 silinder
Daya Maksimum	: 136 PS / 2.500 rpm
Torsi Maksimum	: 420 kg.m / 1.500 rpm
Transmisi	: Manual 5 gigi maju (<i>synchromesh</i>) & 1 gigi mundur (<i>constantmesh</i>)
Suspensi	: <i>Leaf spring</i> dengan <i>shock absorber</i>
Ukuran Roda	: 7.50-16-14PR
Rem kaki/ <i>service brake</i>	: Sistem hidraulis dengan <i>vacuum servo assistance, dual circuit</i>
Rem tangan/ <i>parking brake</i>	: <i>Internal expanding type on propeller shaft</i>
Bahan Bakar	: Solar (kapasitas 100 Liter)
Accu	: 24 volt

2.5 Pengukuran Kendaraan Bermotor Truk

Pengukuran kendaraan truk bertujuan untuk memastikan bahwa dimensi fisik kendaraan sesuai dengan spesifikasi teknis dan ketentuan regulasi. Parameter yang biasa diukur meliputi:

1. Panjang, lebar, dan tinggi kendaraan
2. Jarak antar sumbu roda (*wheelbase*)
3. Panjang *overhang* depan dan belakang
4. Dimensi bak muatan

2.5.1 Prosedur Pengukuran Kendaraan Bermotor

1. Panjang Total (*OVER ALL LENGTH*)

Proyeksikan bagian paling panjang depan dan paling belakang dari kendaraan uji di atas permukaan lantai uji.

2. Lebar Total (*OVER ALL WHIDE*)

Proyeksikan bagian paling kanan dan paling kiri dari kendaraan uji diatas permukaan lantai uji (tidak termasuk spion, kaca, under mitor, antene jenis lentur dan sebagainya). Ukur jarak antara proyeksi titik-titik persilangan tegak lurus dengan garis tengah memanjang dari kendaraan uji.

3. Tinggi Total (*OVER ALL HEIGHT*)

Ukur dari bagian tertinggi dari kendaraan uji ke atas lantai uji (tidak termasuk antene jenis lentur dan sebagainya).

4. Jarak Sumbu Roda (*WHEEL BASE*)

Ukur dan catat jarak sumbu roda kendaraan uji. Dalam hal kendaraan yang mempunyai 3 (tiga) sumbu atau lebih pengukuran dilakukan dari sumbu yang berdekatan satu persatu, ukur dan catat nilai-nilai yang telah didapat mulai dari sumbu paling depan sampai ke belakang. Dalam hal ini jarak sumbu roda sisi kiri dan sisi kanan berlainan, pengukuran dilakukan pada masing-masing sisi.

5. Julur Depan (*FRONT OVER HANG/FOH*)

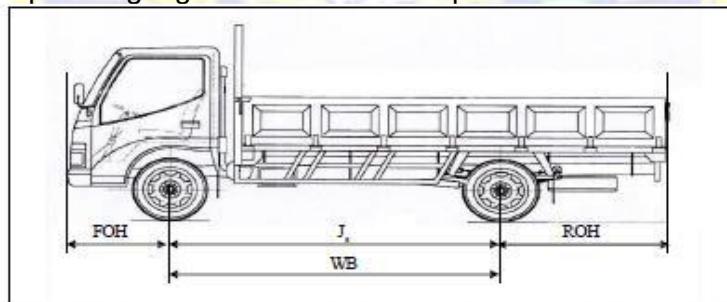
Ukur jarak mendatar antara pertengahan dari gandar paling depan dan terhadap bagian paling depan kendaraan termasuk pelindung (grill radiator, hiasan, tetapi tidak termasuk assesoris seperti bemper, jangkar penarik, pengikat plat nomor dan

sebagainya). Pengukuran dilakukan sejajar dengan sumbu memanjang kendaraan tersebut.

6. Julur Belakang (*REAR OVER HANG/ROH*)

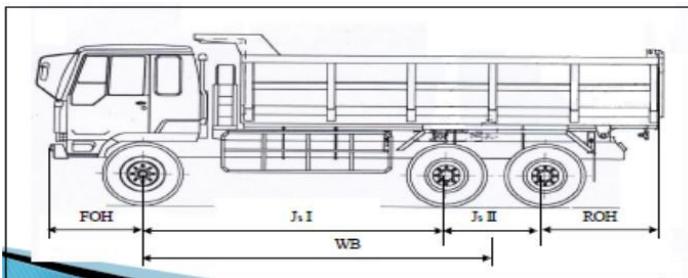
Ukur jarak mendatar antara pertengahan gardan paling belakang terhadap panel luar pada bagian belakang dari kendaraan, kecuali assesoris seperti bemper, jangkar penarik, pengikat plat nomor. Pengukuran dilakukan sejajar dengan sumbu garis memanjang kendaraan. Dalam kendaraan penumpang, truk, truk jenis box dan bis. Pengukurannya dilakukan sampai ke ujung belakang panel luar dari badan kendaraan. Selanjutnya dalam hal truk-truk ukuran biasa, pengukuran jarak tersebut dilakukan sampai ujung belakang dari engsel tetap bak muatan (kecuali kerangka penguat dan penguncinya).

Sedangkan untuk mengukur (q) adalah jarak antara titik tengah muatan dengan sumbu paling depan kendaraan bermotor. Hasil pengukuran ini digunakan untuk mengevaluasi apakah kendaraan layak melintas di kelas jalan tertentu dan mampu mengangkut beban sesuai kapasitas desain.



Gambar 2. 9 Pengukuran Kendaraan dengan konfigurasi sumbu 1.1 dan 1.2

Sumber: "Buku Teknik Pengukuran Dimensi Dan Penetapan Daya Angkut Kendaraan Bermotor", Iswanto.



Gambar 2. 10 Pengukuran Kendaraan dengan konfigurasi sumbu 1.22

Sumber : "Buku Teknik Pengukuran Dimensi Dan Penetapan Daya Angkut Kendaraan Bermotor", Iswanto.

2.6 Penimbangan Kendaraan Bermotor Truk

Penimbangan dilakukan untuk mengetahui berat kendaraan dalam kondisi kosong dan saat bermuatan. Proses ini biasanya menggunakan alat timbang baik statis (timbangan jembatan) maupun dinamis. Tujuannya adalah memastikan bahwa total berat kendaraan tidak melebihi JBB atau JBI. Truk yang kelebihan muatan dapat menyebabkan kecelakaan serta kerusakan infrastruktur jalan.

2.6.1 Syarat Penimbangan

1. Tekanan angin dan ukuran ban kendaraan uji disesuaikan dengan spesifikasi pabrik pembuat kendaraan. (Bilamana didalam spesifikasi terdapat beberapa pilihan tekanan angin ban, maka ban-ban tersebut diberi tekanan angin sesuai dengan pilihan tengah).
2. Penimbangan kendaraan uji dilakukan dalam keadaan kosong.
3. Dalam penimbangan berat kendaraan uji dapat digunakan timbangan yang sudah dikalibrasi, Posisi pelat landasan timbangan agar dipasang rata air terhadap permukaan lantai sekelilingnya.
4. Satuan berat adalah kilogram.

2.6.2 Prosedur Penimbangan

Cara penimbangan berat kendaraan ditentukan dengan menggunakan salah satu cara dibawah ini:

1. Ukur massa berat masing-masing roda dan jumlah sejumlah massa roda adalah berat kendaraan.

Selanjutnya dalam hal ini kendaraan bermotor yang diengkapi dengan sumbu depan atau dua sumbu belakang, setidaknya berat dari empat roda dari kedua sumbu depan atau belakang di ukur secara serentak. Dan roda-roda ganda dianggap sebagai roda tunggal.

2. Ukur masing-masing berat sumbu depan dan sumbu belakang secara tersendiri. Jumlah seluruh berat sumbu adalah berat kendaraan kosong.

Dalam hal kendaraan bermotor dilengkapi dengan dua sumbu depan atau dua sumbu belakang setidak-tidaknya berat sumbu dari dua sumbu depan atau dua sumbu belakang diatur secara serentak.

3. Distribusi beban pada roda depan dan roda belakang dalam keadaan kosong.

Distribusi beban suatu kendaraan bermotor dalam keadaan kosong ditetapkan dengan menggunakan masing-masing berat sumbu yang diperoleh sesuai pengukuran pada nomor 1.

Akan tetapi dalam pelaksanaan pengukuran berdasarkan tersebut diatas,maka untuk pengukuran kendaraan yang dilengkapi dengan dua sumbu depan atau belakang yang berada diatas alat timbangan tunggal, masing-masing berat sumbu bagi kedua sumbu tersebut dibagi berdasarkan nilai rancangan pabrik pembuatan agar distribusi bebannya dapat dihitung.

4. Hasil Penimbangan

Catatlah hasil dan data penimbangan dengan menggunakan formulir yang tersedia.

2.7 Hukum Newton III

Hukum Newton III berbunyi "Setiap aksi menimbulkan reaksi yang sama besar dan berlawanan arah." Dalam dunia transportasi, hukum ini menjelaskan bagaimana kendaraan yang membawa beban berat memerlukan tenaga lebih besar untuk berakselerasi dan berhenti. Saat truk membawa beban, gaya yang bekerja pada kendaraan (seperti saat menanjak atau menggerem) akan menciptakan reaksi pada komponen kendaraan seperti rem, suspensi, dan rangka.

Secara sistematis Hukum Newton 3: $\sum F_{\text{aksi}} = -\sum F_{\text{reaksi}}$

Penentuan beban terhadap sumbu roda dan rangka dipengaruhi oleh gaya berat, gaya normal, dan gaya gesek.

Perhitungan gaya berat dapat dirumuskan sebagai:

Dengan:

W : Gaya berat (Newton/N)

m : Massa benda (Kg)

g : Percepatan gravitasi (m/s²)

Rumus ini berguna dalam menghitung kebutuhan gaya serta memastikan kendaraan mampu bekerja secara efisien dan aman dalam kondisi berbeban penuh.

2.8 Ban dan Velg

2.8.1 Jenis Ban Berdasarkan Struktur Konstruksi

1. Ban Bias (*Bias Ply Tire*)

Ban merupakan komponen kendaraan yang selalu bergesekan dengan jalan (Pranoto & Ahmad, 2019). Jenis ban ini menggunakan susunan serat atau lapisan kain (*ply*) yang disusun menyilang secara diagonal.

- a. Kelebihannya: tahan terhadap beban berat dari atas (beban vertikal).

- b. Kekurangannya: cepat panas saat kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi, jadi kurang cocok untuk kendaraan modern.
- 2. Ban Radial (Radial Ply Tire)**
- Ban radial menyusun *ply* tegak lurus terhadap arah putaran ban. Umumnya digunakan pada kendaraan masa kini, termasuk truk. Lebih awet, tidak cepat panas, dan membantu menghemat bahan bakar.



Gambar 2. 11 perbedaan ban radial dan bias
Sumber : <https://www.instagram.com/p/Co8J2jWhLpf/>
(instagram its surabaya)

2.8.2 Jenis Ban Berdasarkan Fungsi dan Aplikasi

1. Ban Kendaraan Penumpang (P-Tire)

Digunakan pada mobil pribadi.

Contoh kode: P 205/55 R15 91 S



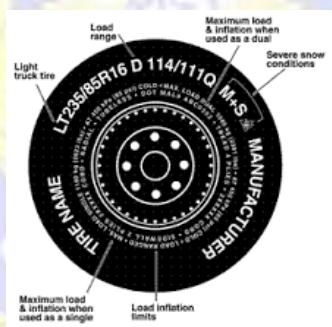
Gambar 2. 12 Ban Kendaraan Penumpang

Sumber: <https://covermobilmu.com/blog/jenis-ban-mobil-untuk-muatan-berat/>

2. Ban *Light Truck* (*LT-Tire*)

Dirancang untuk kendaraan angkut ringan seperti pick up atau truk kecil.

Contoh kode: LT235/85R16



Gambar 2. 13 Ban Light Truck

Sumber: <https://kaufmantrailers.com/wp-content/uploads/2018/08/Tire-Complete-Booklet.pdf>

3. Ban Truk dan Bus Berat (TBR Tire)

Khusus untuk kendaraan berat seperti truk besar dan bus. Ban ini memiliki struktur ekstra kuat dan bisa menopang beban sangat tinggi.



Gambar 2. 14 Ban Truk dan Bus Berat (TBR Tire)

Sumber: <https://vistartire.en.made-in-china.com/>

4. Ban Tubeless dan Tube-Type

Tubeless: Tanpa ban dalam, lebih aman saat terjadi kebocoran dan lebih ringan.

Tube-type: Masih menggunakan ban dalam, biasa dijumpai di truk-truk lama.



Gambar 2. 15 Perbedaan Kode Ban Tubeless dan Tube Type

Sumber : <https://bacabrosur.blogspot.com/2017/05/cara-membedakan-ban-tubeless-atau-bukan.html>

2.8.3 Cara Membaca Kode Ban

Contoh kode: LT 245/75 R16 120/116Q

Artinya:

LT → Untuk truk ringan (Light Truck)

245 → Lebar ban: 245 mm

75 → Tinggi ban adalah 75% dari lebarnya

R → Ban radial

16 → Dipasang pada velg diameter 16 inci

120/116 → Indeks beban. Misal 120 artinya ban menopang beban hingga 1400 kg

Q → Batas kecepatan maksimal ($Q = 160 \text{ km/jam}$)

Tabel 2. 1 Indeks Beban (Load Index)

No	Indeks	Beban Maksimum (kg)
1	100	800
2	110	1060
3	120	1400
4	130	1900

2.8.4 Jenis- Jenis *Velg*

1. Berdasarkan Bahan

a. *Velg Baja (Steel Wheel)*

Velg baja (*steel wheel*) adalah *velg* yang terbuat dari baja, material besi dan karbon yang dikenal kuat dan tahan banting, sehingga cocok untuk medan berat atau penggunaan *off-road*. *Velg* jenis ini biasanya lebih berat dan kurang *stylish* dibanding *velg alloy*, namun lebih ekonomis, mudah diperbaiki jika penyok.



Gambar 2. 16 *Velg* Baja

Sumber: <https://www.tokopedia.com/officialhorizon/velg-mobil-klasik-model-kaleng-ring-16>

b. *Velg Aluminium Alloy*

Velg aluminium *alloy* adalah pelek roda kendaraan yang terbuat dari campuran aluminium dengan logam lain seperti magnesium dan silikon, sehingga memiliki karakteristik ringan, kuat, dan tahan korosi. *Velg* jenis ini sangat populer untuk kendaraan karena menawarkan kinerja dan estetika yang lebih baik dibandingkan *velg* baja konvensional, meski memerlukan perawatan khusus agar tidak kusam atau berkerak.



Gambar 2. 17 Velg Aluminium Alloy

Sumber : <https://indonesian.eufortewheels.com/sale-14369271-forged-magnesium-aluminum-alloy>

2. Berdasarkan Struktur

- a. **Velg Satu Bagian (One Piece Wheel)**
 - 1) Sederhana, tidak bisa dibongkar pasang.
 - 2) Umum digunakan di berbagai kendaraan karena praktis.
- b. **Velg Dua atau Tiga Bagian**
 - 1) Bisa dilepas dan dirakit kembali.
 - 2) Cocok untuk kendaraan berat seperti truk gandeng karena mudah diganti komponennya.
- c. **Ukuran & Spesifikasi Velg**
 - 1) Diameter *Velg*: Misalnya 16 inci, 22.5 inci (harus sesuai dengan diameter ban).
 - 2) Lebar *Velg* (misal 6J): Menunjukkan lebar tapak ban yang bisa dipasang.
 - 3) PCD (*Pitch Circle Diameter*): Jarak antar lubang baut pengunci velg.

- 4) *Offset* (ET): Jarak antara garis tengah *velg* ke permukaan pemasangan, bisa positif (*velg* menjorok ke dalam) atau negatif (keluar).

2.8.5 Cara Membaca Kode *Velg*

Contoh kode: 7.00 x 16 - 8PR

Artinya:

7.00 → Lebar *velg* dalam inci

x 16 → Diameter *velg*

8PR → *Ply Rating*: menunjukkan berapa lapisan penguat. Semakin tinggi, semakin kuat

Contoh lain: 6J x 15 ET45

Artinya:

6J → Lebar *velg* 6 inci, J = bentuk profil bibir *velg*

15 → Diameter *velg*

ET45 → *Offset velg* +45 mm (posisi pemasangan terhadap sumbu roda)

2.9 Metode Penentuan Daya Angkut

2.9.1 Metode Empiris

Metode empiris dalam penelitian ini adalah berdasarkan data uji lapangan dan referensi dari pabrikan kendaraan. Metode ini dipakai untuk estimasi cepat di lapangan atau sebagai pengecekan terhadap hasil perhitungan teoritis. Fokusnya batas yang ditetapkan pabrikan seperti, kemampuan rancangan sumbu dan kemampuan ban.

1. Prinsip utama

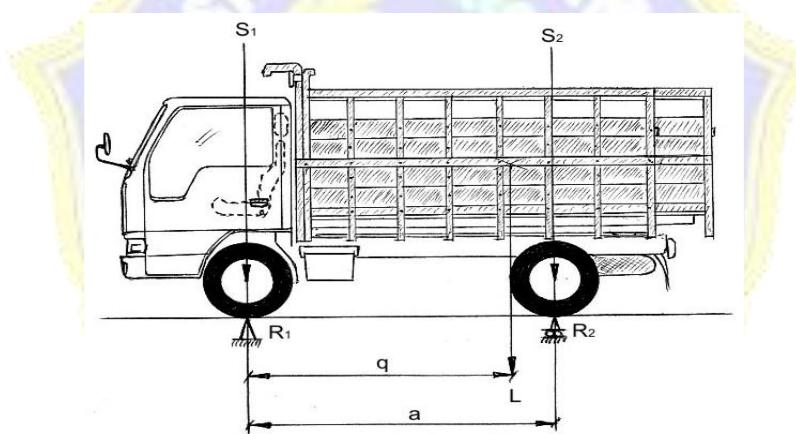
Prinsip dalam metode empiris yang digunakan antara lain:

- a) *Gross Vehicle Weight* / berat kosong kendaraan (termasuk bahan bakar & alat standar).
 - b) Kekuatan rancangan tiap sumbu
 - c) Ukuran Ban dan kekuatan ban.
 - d) Jumlah berat Yang diperbolehkan/JBB.
 - e) Jumlah Berat Yang Di ijinkan/JBI.
 - f) Dimensi ukuran utama kendaraan.
 - g) Dimensi ukuran bak kendaraan.
2. Prosedur yang dilakukan
- Prosedur yang perlu dilakukan sebelum menentukan daya angkut dalam hal ini adalah :
- a) Timbang kendaraan menggunakan alat timbangan. Bisa per sumbu atau langsung seluruh sumbu, kemudian catat hasil timbangan;
 - b) Ukur dan catat hasil dari pengukuran dimensi utama kendaraan (panjang, lebar, tinggi, jarak sumbu, ROH, FOH);
 - c) Ukur dan catat hasil dari pengukuran dimensi bak kendaraan (panjang, lebar, serta tinggi bak);
 - d) Lihat spesifikasi rancangan sumbu pada dokumen kendaraan (Sertifikat Registrasi Uji Tipe/SRUT);
 - e) Lihat ukuran ban pada kendaraan dan dokumen kendaraan, tiap ban mempunyai *load index* (kapasitas per ban), kemudian catat sebagai acuan untuk kemampuan ban dalam menahan beban muatan kendaraan;
 - f) Lihat spesifikasi Jumlah berat Yang diperbolehkan/JBB pada dokumen kendaraan (Sertifikat Registrasi Uji Tipe/SRUT), sebagai dasar untuk menentukan daya angkut muatan ditambah kendaraan tidak melebihi JBB;
 - g) Untuk menentukan Jumlah Berat Yang Diijinkan/JBI harus menghitung daya angkut barang dan daya angkut orang terlebih dahulu, kemudian ditambahkan dengan berat kendaraan. Catatan disini adalah besaran nilai JBI tidak boleh lebih besar dari JBB.

2.9.2 Metode Teoritis

Menggunakan perhitungan mekanika teknik (analisis tegangan dan distribusi beban). Metode ini memakai prinsip statika (keseimbangan gaya & momen) untuk menghitung reaksi pada tiap sumbu ketika muatan berada pada posisi tertentu.

1. Asumsi umum
 - a) Kendaraan diperlakukan sebagai sistem kaku dalam arah vertikal (muatan terikat kuat pada bak).
 - b) Jalan dianggap datar (untuk analisis statis). Untuk tanjakan/turunan perlu koreksi atau penelitian lebih lanjut.
 - c) Anggap gaya gravitasi (g) sama pada semua bagian.



Gambar 2. 18 Sketsa Kendaraan Truck
Sumber : "Buku Teknik Pengukuran Dimensi Dan Penetapan Daya Angkut Kendaraan Bermotor", Iswanto.

Mencari R_1

$$\sum M \text{ terhadap } R_2 = 0$$

$$-S_1 \cdot a - G \cdot a - L(a-q) - S_2 \cdot 0 + R_1 \cdot a - R_2 \cdot 0 = 0$$

$$-S_1 \cdot a - G \cdot a - L(a - q) + R_1 \cdot a = 0$$

$$R_1 \cdot a = S_1 \cdot a + G \cdot a + L(a - q)$$

$$R_1 = \frac{S1.a + G.a + L(a-q)}{q}$$

$$R_1 = \frac{S1.a}{a} + \frac{G.a}{a} + \frac{L(a-q)}{a}$$

$$R_1 = S_1 + G + L \frac{a-q}{q} \dots \dots \dots (2-2)$$

Mencari R^2

$$\Sigma M \text{ terhadap } R_1 = 0$$

$$S_2 \cdot a + L \cdot q + G \cdot 0 - S_1 \cdot 0 - R_2 \cdot a - R_1 \cdot 0 = 0$$

$$S_2 \cdot a + L \cdot q - R_2 \cdot a = 0$$

$$R_2 \cdot a = S_2 \cdot a + L \cdot q$$

$$R_2 = \frac{S2.a + L.q}{a}$$

Rumus

- a) Hitung total massa / berat kendaraan:

Dengan

BK : Berat Kosong Kendaraan (kg)

S₁ : Berat Kendaraan di Sumbu 1 / Depan (kg)

S₂ : Berat Kendaraan di Sumbu 2 / Belakang (kg)

- b) Hitung muatan / daya angkut Load (L):

Dengan

L : Load / daya angkut muatan barang (kg)

JBB : Jumlah berat yang diperbolehkan (kg)
 G : Jumlah berat orang (dengan asumsi berat per orang 60 kg)

- c) Hitung Muatan Sumbu Terberat (MST)
Sumbu belakang / sumbu 2 :

Dengan

R_2 : Reaksi pada sumbu 2 (kg)

S_2 : Berat sumbu 2 (kg)

L : Load / daya angkut muatan barang (kg)

A : Jarak sumbu antara S_1 dengan S_2 (mm)

q : Jarak Titik berat tengah muatan dengan Sumbu depan / S_1 (mm)

- d) Jumlah Berat Yang Diijinkan / JBI

Dengan

JBI : Jumlah berat yang diijinkan (kg)

BK : Berat Kosong Kendaraan (kg)

L : Load / daya angkut muatan barang (kg)

G : Jumlah berat orang (dengan asumsi berat per orang 60 kg)

3. Pemeriksaan Batas Kemampuan Kendaraan

- a) Pastikan nilai Muatan Sumbu Terberat/MST (R_2) ≤ kekuatan rancang sumbu S_2 ;
 - b) Periksa kapasitas kekuatan ban mampu menahan besaran Muatan Sumbu Terberat /MST (R_2);
 - c) Pastikan nilai JBI paling besar adalah sejumlah nilai JBB (maks JBI = JBB).