

## POTENSI KECELAKAAN PADA AREA JALAN DENGAN GEOMETRIK ALINYEMEN VERTIKAL YANG DISEBABKAN OLEH BERAT MUATAN KENDARAAN BERLEBIH

Hardjana<sup>1</sup>, Ataline Muliarsari<sup>2</sup>, dan Guntoro Zain Ma'arif<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Transportasi Darat, Politeknik Transportasi Darat Indonesia STTD

<sup>2</sup>Transportasi Darat, Politeknik Transportasi Darat Indonesia STTD

<sup>3</sup>Transportasi Darat, Politeknik Transportasi Darat Indonesia STTD

### ABSTRAK

Kendaraan over dimension over loading (ODOL) dinilai sangat merugikan karena selain meningkatkan resiko kecelakaan, juga akan menimbulkan inefisiensi akibat kondisi jalan rusak serta meningkatkan polusi udara akibat gas buang berlebih yang ditimbulkan. Dengan menggunakan rumus gaya normal pada bidang datar dan bidang miring, maka dapat dianalisis potensi kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan dengan berat muatan berlebih terutama pada area dengan geometric alinyemen vertical baik pada kondisi area yang menurun maupun menanjak. Dari hasil analisis ditemukan bahwa pada area jalan mendatar, potensi kecelakaan sudah terlihat apabila kendaraan membawa muatan dengan beban berlebih sebesar 50%. Sementara pada area menanjak potensi kecelakaan sudah terlihat saat kendaraan membawa muatan dengan berat berlebih 30%.

Kata kunci: ODOL, alinyemen vertikal, kecelakaan, menanjak, menurun.

### ABSTRACT

Over dimension over loading (ODOL) vehicles are considered to be very detrimental because in addition to increasing the risk of accidents, they will also cause inefficiencies due to damaged road conditions and increase air pollution due to excess exhaust gases generated. By using the normal force formula on a flat plane and an inclined plane, it is possible to analyze the potential for accidents caused by vehicles with excessive loads, especially in areas with geometric vertical alignment, both in downhill and uphill terrain conditions. From the results of the analysis, it was found that on flat road areas, the potential for accidents is already visible if the vehicle is carrying a load with an overload of 50%. Meanwhile, in an uphill area, the potential for accidents can already be seen when the vehicle is carrying a load with an excess weight of 30%.

Keywords: ODOL, vertical alignment, accident, uphill, downhill.

### PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara yang dilewati garis katulistiwa memiliki kecenderungan untuk mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. Kondisi ini tentunya sangat menguntungkan karena berpotensi untuk mendapatkan hasil bumi baik perkebunan dan hasil hutan yang melimpah pada berbagai musim. Selain itu, kondisi suhu udara juga dirasakan cukup normal karena iklim tropis yang seimbang. Beberapa daerah di Indonesia yang dilintasi garis katulistiwa adalah Sumatera Barat, Riau, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Maluku, dan Papua. Perekonomian di Indonesia senantiasa terus meningkat karena hasil industri, perkebunan dan kehutanan mendapatkan dukungan mobilisasi yang sangat baik di era pemerintahan saat ini. Dukungan mobilisasi ini diwujudkan dengan peningkatan kapasitas pelayanan prasarana transportasi baik darat, perkeretaapian, laut maupun udara secara merata diseluruh wilayah Indonesia. Peningkatan infrastruktur untuk transportasi darat, dalam kurun waktu sekitar lima tahun terakhir ini terdapat peningkatan prasarana jalan untuk area perbatasan sepanjang 3.194 km dan 1,387 km jalan tol. Dukungan pemerintah dalam peningkatan perekonomian di Indonesia melalui pembangunan infrastruktur jalan dan jalan tol tentunya akan menjadi lebih menarik untuk diperhatikan mengingat kondisi geografis alam di Indonesia sangat beragam. Wilayah Indonesia tidak hanya berupa area datar yang sangat mudah dikembangkan, tetapi terdapat sangat banyak area perbukitan dan pegunungan yang memiliki tantangan pada proses pembangunan fasilitas jalan raya. Desain geometric suatu jalan raya mempunyai dua bagian penting yaitu alinyemen horizontal dan alinyemen vertical. Alinyemen horizontal mendesain suatu belokan sementara alinyemen vertical mendesain bentuk tanjakan dan turunan. Kedua alinyemen tersebut saling berhubungan satu dengan yang lain, sebab jalan yang di desain merupakan komponen tiga dimensi yang merupakan kombinasi dari komponen horizontal dan vertical.

Hasil dari peningkatan pembangunan infrastruktur jalan raya baik jalan tol maupun jalan non tol diseluruh wilayah Indonesia tentunya disambut baik oleh para pengusaha baik bidang industri, kehutanan, pertambangan, maupun perkebunan dan pertanian. Sehingga harapan terhadap peningkatan perputaran perekonomian di Indonesia dapat diwujudkan. Jalan raya sebagai prasarana transportasi logistik tersebut diimbangi dengan peningkatan mobilisasi sarana transportasi angkutan barang. Sayangnya, banyak peraturan lalu lintas yang sering dilanggar oleh pengusaha dalam proses mobilisasi logistik tersebut salah satunya adalah mengangkut barang dengan muatan berlebih dari kapasitas kendaraan atau sering disebut *over dimension over loading* (ODOL). Istilah over dimension sendiri marujuk pada suatu kondisi dimana dimensi angkutan sebuah kendaraan tidak sesuai dengan standar produksi pabrik. Kondisi ini biasanya terjadi karena pemilik kendaraan melakukan

modifikasi dimensi berupa pemendekan atau pemanjangan landasan (*chassis*) dengan mengubah jarak sumbu dan kontruksi kendaraan. Sementara overload terjadi pada situasi dimana sebuah kendaraan bermotor mengangkut muatan yang melebihi batas beban yang ditetapkan. Batas mengenai berat maksimum kendaraan berikut muatannya disebut sebagai jumlah berat yang diijinkan (JBI). Batas JBI akan semakin besar jika sumbu suatu kendaraan semakin banyak.

Kendaraan *over dimension over loading* (ODOL) dinilai sangat merugikan karena selain meningkatkan resiko kecelakaan, juga akan menimbulkan inefisiensi akibat kondisi jalan rusak serta meningkatkan polusi udara akibat gas buang berlebih yang ditimbulkan. Berdasarkan data Asosiasi Jalan Tol Indonesia kendaraan yang paling banyak melakukan pelanggaran *over dimension over loading* (ODOL) adalah kendaraan golongan II dan III yaitu truk 2 (dua) gandar, dan truk 3 (tiga) gandar. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka penelitian tentang potensi kecelakaan pada area jalan dengan geometrik alinyemen vertikal yang disebabkan oleh berat muatan kendaraan berlebih ini akan lebih fokus terhadap kedua golongan kendaraan tersebut.

## LANDASAN TEORI DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Penelitian tentang potensi kecelakaan pada area jalan dengan geometrik alinyemen vertikal yang disebabkan oleh berat muatan kendaraan berlebih dilakukan dengan melalui proses pengolahan data melalui beberapa tahapan, yaitu :

1. Memperhatikan beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:
  - a. Pujayanto, diagram gaya normal, pada proseding seminar nasional fisika dan Pendidikan fisika (2015) menyampaikan bahwa ditemukan kejanggalan pada penentuan titik tangkap gaya normal, yaitu bahwa titik tangkap gaya normal, hanya dapat ditentukan dengan menggunakan konsep keseimbangan rotasi di semua titik pada benda yang bersentuhan dengan bidang geseran.
  - b. Gusmulyani, pada penelitiannya tentang evaluasi alinemen vertikal jalan luar kota (studi kasus ruas jalan proklamasi teluk kuantanpekanbaru) menyampaikan bahwa Kelandaian yang terdapat pada tanjakan Jalan Proklamasi (di depan kantor Polres Teluk Kuantan) melebihi kelandaian maksimal yang ditentukan dalam Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota 1997 yang di tetapkan oleh Dinas PU Bina Marga, dimana untuk kelas jalan sesuai dengan jalan proklamasi kelandaian maksimal 5% atau 8%, sedangkan pada tanjakan tersebut terdapat kelandaian diatas 5 atau 8% yaitu sebesar 13,57%.
  - c. Muhammad Fhakrul Ricky, Syaifuddin, dan Teuku Riyadhhsya pada penelitiannya tentang perencanaan alinyemen vertical dan alinyemen horizontal jalan dengan menggunakan drone sebagai media memperoleh peta kontur menyampaikan bahwa proses pembuatan kontur yaitu dengan cara, drone diterbangkan secara automatic dengan menggunakan *software Aero Ranger* kemudian didapatkan foto udara, setelah itu, foto tersebut diolah dengan menggunakan 3 software pendukung, yaitu *software Agisofit Metashap Propessional, Autodesk ReCap*, dan yg terakhir adalah *Auocad Civil 3D 2018* pada tahap inilah proses terakhir sehingga menghasilkan kontur dengan interval 1:5. Setelah didapatkan kontur baru di rencanakan Alinyemen vertikal dan Alinyemen horizontalnya. Pada perencanaan Geometrik jalan ini diperoleh hasil Alinyemen horizontal yang telah direncanakan jalan dengan golongankelas III C dengan fungsi jalanlokal, dengan lebar jalan rencana 2 x 3 m, lebar bahu 2 x 1,0 m, dan juga terdapat 3 buah tikungan yaitu 1 tikungan *Full Circle* (FC), 1 tikungan *Spiral-spiral* (SS) dan 1 tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS). Untuk alinyemen vertikal terdapat 2 buah lengkung vertikal yang terdiri dari 1 buah lengkung vertikal cekung dan 1 buah lengkung vertikal cembung. Untuk total volume galian sebesar 9297.19 m<sup>3</sup> dan volume timbunan 1090.662 m<sup>3</sup>.
  - d. Siti Masitoh, Nikko rozy, dan saihul anwar pada penelitiannya tentang analisis geometric jalan ruas jalan lingkaran utara majalengka kabupaten majalengka menyampaikan bahwa suatu elinyemen vertical dipengaruhi oleh dua hal yaitu vertikal cembung dan vertikal cekung.
  - e. Milawaty Waris, pada Kajian Pengembangan Geometrik Ruas Jalan Kampus Universitas Sulawesi Barat menyampaikan bahwa berdasarkan hasil perhitungan geometrik Jalan Buttu Samang Padha-Padhang dapat disimpulkan bahwa jalan alternatif menuju kampus fakultas teknik ini merupakan jalan lokal dengan tipe 2 lajur 2 arah, kelas medan jalan merupakan daerah datar dan perbukitan serta kecepatan rencana ( $V_r$ ) 40 - 50 km/jam dengan panjang trase 2331,1588 m. Perhitungan alinyemen horizontal yang direncanakan terdapat 3 (tiga) jenis tikungan dari total tujuh belas tikungan yang ada. Dua tikungan spiral circle spiral, (S-C-S), satu tikungan full circle (FC), dan empat belas tikungan spiral spiral (S-S). Menurut pengamatan pribadi peneliti kondisi alinyemen horizontal pada lokasi penelitian belum memenuhi standar karena ada beberapa tikungan yang superelevasinya tidak memenuhi standar. Perhitungan alinyemen vertikal yang direncanakan yaitu dua vertikal cembung dan dua vertikal cekung. Alinyemen vertikal cembung diambil di titik stasiun patok satu dan stasiun patok empat dengan jarak pandang henti ( $J_h$ ) 32 m dan jarak pandang menyiap ( $J_m$ ) 119 m. Alinyemen vertikal cekung diambil di titik stasiun patok satu (1) dan stasiun patok tiga belas dengan jarak pandang henti ( $J_h$ ) 32 m dan jarak pandang menyiap ( $J_m$ ) 92 m.

2. Mengumpulkan beberapa data spesifikasi teknis terkait dengan kendaraan berat yaitu kendaraan golongan II dan kendaraan golongan III sebagai berikut:

a. Kendaraan Golongan II

Kendaraan golongan II merupakan kendaraan berupa truk dengan dua gandar. Jenis truk ini lebih sering disebut truk engkel dan terbagi menjadi dua jenis, yaitu truk engkel single, memiliki jumlah roda 4, jumlah sumbu roda 2 dengan konfigurasi 1-1, memiliki bak sekitar 2 m<sup>3</sup>, dan muatan maksimal 12 ton. Sementara, Truck Engkel Double, memiliki jumlah roda 6, jumlah sumbu roda 2 dengan konfigurasi 1-2 dengan ukuran baknya sekitar 7 meter kubik dan beban maksimal 16 ton. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka pada penelitian ini, Analisa untuk kendaraan golongan II akan dilakukan pada dua jenis truk tersebut.

b. Kendaraan Golongan III

Sama halnya dengan truk 2 gandar, untuk golongan truk dengan 3 gandar juga terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

- 1) Truk tronton, yaitu truk yang memiliki sumbu roda berjumlah 3 dengan total roda 10 buah. Posisi sumbu rodanya yaitu, 1 di depan dan 2 dibelakang saling berdekatan. Sumbu roda yang berada di depan memiliki 2 buah roda, sementara pada 2 sumbu dibelakang masing-masing memiliki 4 buah roda. 2 buah roda pada sisi kanan dan 2 buah roda pada sisi kiri. Untuk ukuran baknya, berukuran 7 meter kubik dengan beban maksimal yaitu 22 ton.
- 2) Truk trintin, sama halnya dengan truk tronton, truk jenis ini juga memiliki 3 buah sumbu roda. Namun, posisi sumbu roda kedua berada di dekat sumbu roda di bagian depan. Jumlah rodanya yaitu 8 buah dengan posisi masing-masing 2 roda pada sumbu pertama dan 4 roda pada sumbu ketiga. Truk ini memiliki beban maksimal yaitu 18 Ton. Truk ini tidak diproduksi di dalam negeri, dan harus diimpor dari luar negeri.

**METODE PENELITIAN**

Metodologi pada penelitian ini mempertimbangkan bahwa pada setiap proses menentukan berat muatan yang harus diterima oleh salah satu poros roda yaitu roda depan pada saat berada di lokasi menurun, dan roda belakang pada saat berada di lokasi menanjak tidak terlepas dari teori fisika terkait penentuan gaya normal. Gaya normal merupakan suatu gaya yang selalu tegak lurus dengan bidang sentuh. Jika bidang sentuh antara dua benda (struktur jalan dan kendaraan) adalah horizontal, maka arah gaya normal adalah vertikal. Dan sebaliknya, jika bidang antara dua benda tersebut adalah vertical, maka arah gaya normalnya horizontal. Jika bidang sentuh miring, maka gaya normal juga miring. Rumus gaya normal ditentukan menggunakan hukum II Newton tentang gerak. Berdasarkan ketentuan jika benda diam, maka nilai percepatannya adalah nol (a=0). Sebaliknya, jika benda bergerak, maka percepatannya adalah tetap {a = konstan} atau benda mengalami gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Terkait dengan hal tersebut diatas, maka rumus gaya normal untuk bidang horizontal maupun bidang miring dapat ditentukan sebagai berikut:

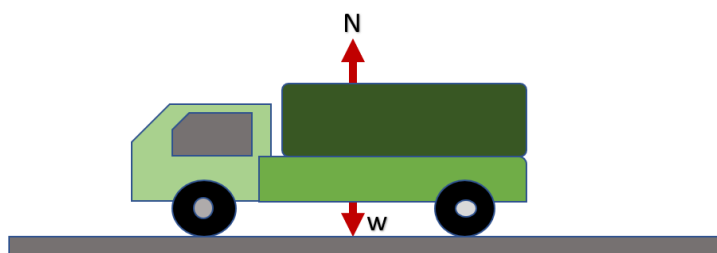
1. Jika suatu benda diam berada pada bidang horizontal. Maka gaya yang bekerja hanya dua, yaitu gaya berat dan gaya normal. Kedua gaya tersebut saling berlawanan dalam arah vertical (sumbu Y), sedangkan dalam arah horizontal (sumbu X) tidak terdapat gaya yang bekerja. Rumus gaya normal pada bidang horizontal dirumuskan dengan Hukum II Newton sebagai berikut:

a) Resultan gaya pada sumbu X, maka  $\sum F_x = 0$

b) Resultan gaya pada sumbu Y, maka  $\sum F_y = m \cdot a$

c)  $N - w = m \cdot a$  (karena tidak terjadi gerak pada arah vertical, maka a = 0, sehingga N = w

Dengan demikian, maka rumus gaya normal suatu benda yang terletak pada bidang horizontal adalah: N = w seperti terlihat pada gambar tersebut dibawah ini:



Gambar 1 : Gaya Normal Pada Bidang Datar

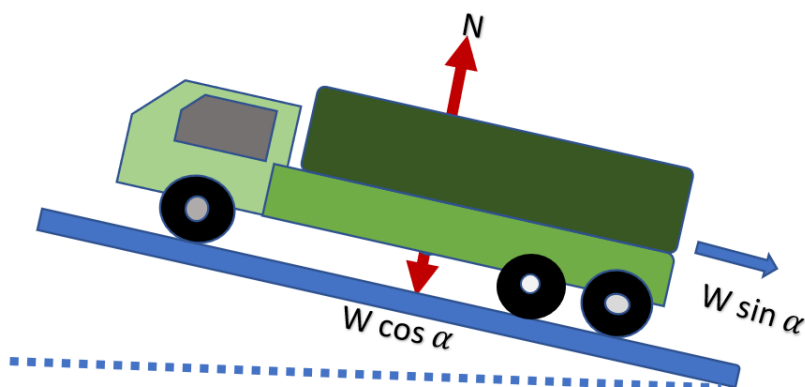
2. Pada bidang miring, suatu gaya normal dan gaya berat bekerja pada sebuah benda dan membentuk sudut terkecil yang memiliki besar sama dengan sudut kemiringan bidang. jika garis normal diasumsikan sebagai sumbu Y, maka garis kemiringannya adalah sumbu X dan sudut kemiringan

bidang adalah  $\alpha$  maka vector gaya berat dapat diproyeksikan terhadap sumbu X dan sumbu Y tersebut.

Hasil proyeksi (penguraian vector) gaya berat  $w \sin \alpha$  pada sumbu X dan  $w \cos \alpha$  pada sumbu Y tersebut. Hasil proyeksi (penguraian vector) gaya berat  $w$  adalah  $w \sin \alpha$  pada sumbu X dan  $w \cos \alpha$  pada sumbu Y. berdasarkan hal tersebut, maka rumus gaya normal dapat ditentukan menggunakan Hukum II Newton sebagai berikut:

- a) Resultan gaya pada sumbu X adalah  $\sum Fy = m.a$  maka  $w \sin \alpha = m.a$
- b) Resultan gaya pada sumbu Y adalah  $\sum Fy = m.a$  maka  $N = w \cos \alpha$

Dengan demikian rumus gaya normal suatu benda yang terletak pada bidang miring adalah  $N=w \cos \alpha$  seperti terlihat pada gambar tersebut dibawah ini:



Gambar 2 : Gaya Normal Pada Bidang Miring

3. Mendesain suatu kendaraan dengan berat muatan sesuai kapasitas dan berat muatan yang umumnya melakukan *over dimension over loading* (ODOL) sebesar 30%, 50%, 70% pada truk golongan II dan golongan III pada bidang datar dan pada desain geometric jalan alinyemen vertical.

Pada tahap ini, dilakukan persentase berat muatan roda kendaraan pada saat berada pada bidang datar dan bidang miring. Untuk persentase beban muatan yang ditanggung oleh kendaraan pada bidang datar mengacu pada konfigurasi beban sumbu kendaraan yang telah ditetapkan oleh Dirjen Bina Marga 1983 sebagai berikut:

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	50% 50%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	34% 66%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	34% 66%
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	25% 75%
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	18% 28% 27% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	18% 41% 41%
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	18% 28% 27% 54%

Tabel 1: Gambar Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

Pada tabel konfigurasi beban sumbu kendaraan terlihat bahwa untuk kendaraan truk golongan II memiliki pembagian konfigurasi sumbu roda sebesar 34% untuk roda depan, dan 66% untuk roda belakang pada bidang datar. Untuk kendaraan truk dengan golongan III memiliki pembagian konfigurasi sumbu roda sebesar 25% pada roda depan, dan 75% pada roda belakang.

Jalan yang mempunyai grade 0% merupakan jalan datar. Sementara grade maksimum yang ditetapkan suatu jalan pada miring disesuaikan dengan kecepatan rencana sebagaimana disampaikan pada tabel grade maksimum tersebut dibawah ini:

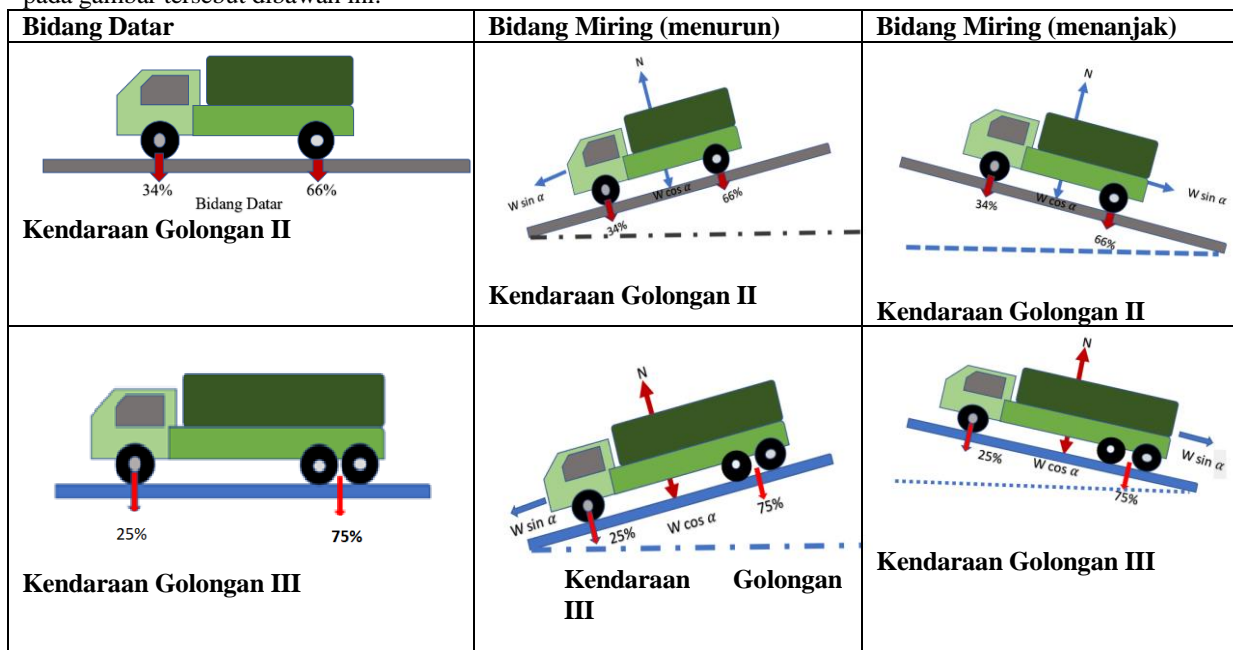
Tabel 2: Design Speed dan Grade Maksimum

Design Speed (Km/jam)	Grade Maksimum (%)
100	3
80	4
60	5
50	6
40	7
30	8
20	9

Sumber : SSGDUR 1992

Berdasarkan tabel *design speed dan grade* maksimum tersebut diatas, pada penelitian ini menetapkan kecepatan maksimal dari kendaraan angkutan barang adalah 20 km / jam, grade maksimum 9% dengan asumsi bahwa pengemudi sangat berhati hati karena menyadari bahwa sedang membawa angkutan barang yang *over dimension over loading* (ODOL).

Terkait dengan hal tersebut diatas, maka pada bidang miring konfigurasi sumbu roda menjadi  $34\% w \cos \alpha$  pada roda depan, dan  $66\% w \cos \alpha$  pada roda belakang untuk kendaraan golongan II dan  $25\% w \cos \alpha$  pada roda depan, dan  $75\% w \cos \alpha$  pada roda belakang baik pada kondisi menurun maupun menanjak sebagaimana terlihat pada gambar tersebut dibawah ini:



Gambar 3: Konfigurasi pembagian beban sumbu roda pada bidang datar dan bidang miring kendaraan golongan II dan III

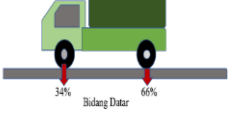
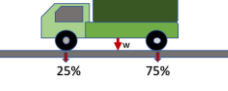
Penentuan potensi terjadinya kecelakaan pada bidang miring dengan geometric jalan dilakukan secara terpisah untuk posisi bidang miring yang menurun dan posisi bidang miring yang menanjak pada masing masing golongan kendaraan pada berat muatan normal dan *over dimension over loading* (ODOL).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Beban poros roda kendaraan pada bidang datar

Proses penentuan beban poros roda pada bidang datar ditentukan berdasarkan tabel konfigurasi beban sumbu kendaraan untuk truk 2 gandar dan truk 3 gandar. Pada truk 2 gandar, sumbu roda depan (RD) menerima beban 34% dan sumbu roda belakang (RB) menerima beban 66% dari total berat muatan.

Tabel 3: Analisa Beban sumbu roda pada bidang datar

Konfigurasi Sumbu Roda	Jenis Truk	Kapasitas Normal	Over 30%	Over 50 %	Over 70%
 <p><b>Truk 2 Gandar</b></p>	Truk Engkel Single, berat muatan max 12 Ton	W=12 Ton RD 34%= 4,08T RB 66%= 7,92T	W=15,6ton RD 34%=5,3T RB 66%=1 0,3T	W=18Ton RD34%=6,12T RB66%=11,9T	W=20,4Ton RD 34%= 6,94T RB 66%= 13,5T
	Truk Engkel Double, berat muatan max 16 Ton	W=16 Ton RD 34%= 5,4T RB 66%= 10,6T	W=20,8ton RD 34%=7T RB 66%=1 3,7T	W=24Ton RD 34%=8T RB 66%=1 5,8T	W=27,2Ton RD 34%= 9,2T RB 66%= 17,9T
 <p><b>Truk 3 Gandar</b></p>	Truk Tronton, berat muatan max 22 Ton	W=22 Ton RD 25%= 5,5T RB 5%=1 6,5T	W=28,6 Ton RD25%=7,15T RB75%=21,5T	W=33 Ton RD 25%=8, 25T RB 75%=2 4,8T	W=37,4 Ton RD 25%= 9,35T RB 75%= 28T
	Truk trintin, berat muatan max 18 Ton	W=18Ton RD 25%=4,5T RB 75%=13,5T	W=23,4Ton RD 25%=5, 85T RB 75%=1 7,6T	W=27Ton RD 25%=6, 75T RB 75%=2 0,3T	W=30,6Ton RD 25%= 7,65T RB 75%= 23T

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan Analisa tersebut diatas, diketahui bahwa pada bidang datar untuk truk dua gandar pada saat berat muatan lebih 50% dari kapasitas sudah berpotensi menimbulkan terjadinya kecelakaan. Hal ini terjadi karena beban roda belakang kendaraan truk 2 gandar telah mendekati batas maksimal kapasitas normal yang seharusnya dapat ditanggung oleh kedua poros roda.

Sementara pada truk tiga gandar, kondisi sangat berbahaya telah terlihat pada kendaraan yang membawa berat muatan lebih 30% dari kapasitas tersedia. Hal ini terjadi karena berat muatan yang harus dipikul roda belakang telah mendekati kapasitas maksimal berat muatan yang seharusnya dibagi dengan roda bagian depan. Kondisi ini tentunya akan lebih berbahaya apabila berat muatan berlebihnya lebih dari 50% untuk truk 2 gandar, dan lebih dari 30 untuk truk 3 gandar.

2. Beban poros roda kendaraan pada bidang miring

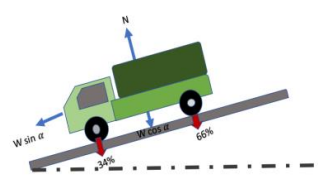
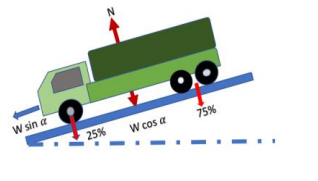
Proses analisis beban poros roda kendaraan pada bidang miring dibagi menjadi dua bagian yaitu pada saat posisi jalan menurun, dan saat posisi jalan menanjak. Konfigurasi roda pada kedua kondisi tersebut akan dijabarkan sebagai berikut:

- a. Pada saat kendaraan truk 2 gandar berada pada posisi geometric jalan alinyemen vertical yang menurun, maka beban roda bagian depan (RD) adalah 34% w cos  $\alpha + w \sin \alpha$  sementara beban roda bagian belakang (RB) adalah 64% w cos  $\alpha$ . Hal ini terjadi karena pada saat menurun untuk roda bagian depan akan mendapatkan beban tambahan w sin  $\alpha$ .

- b. Pada saat kendaraan truk 2 gandar berada pada posisi geometric jalan alinyemen vertical yang menanjak, maka beban roda bagian depan (RD) adalah  $34\% w \cos \alpha$  sementara beban roda bagian belakang (RB) adalah  $64\% w \cos \alpha + w \sin \alpha$ . Hal ini terjadi karena pada saat menanjak untuk roda bagian belakang akan mendapatkan beban tambahan  $w \sin \alpha$ .
- c. Pada saat kendaraan truk 3 gandar berada pada posisi geometric jalan alinyemen vertical yang menurun, maka beban roda bagian depan (RD) adalah  $25\% w \cos \alpha + w \sin \alpha$  sementara beban roda bagian belakang (RB) adalah  $75\% w \cos \alpha$ . Hal ini terjadi karena pada saat menurun untuk roda bagian depan akan mendapatkan beban tambahan  $w \sin \alpha$ .
- d. Pada saat kendaraan truk 3 gandar berada pada posisi geometric jalan alinyemen vertical yang menanjak, maka beban roda bagian depan (RD) adalah  $25\% w \cos \alpha$  sementara beban roda bagian belakang (RB) adalah  $75\% w \cos \alpha + w \sin \alpha$ . Hal ini terjadi karena pada saat menanjak untuk roda bagian belakang akan mendapatkan beban tambahan  $w \sin \alpha$ . Sudut  $\alpha$  ditentukan berdasarkan panjang jalan dengan alinyemen vertical baik mendaki yang menurun maupun menanjak, dan kecepatan rencana dari kendaraan, berdasarkan tabel design speed, grade, dan panjang kritis yang disampaikan oleh Bina Marga (1992) bahwa dengan kecepatan maksimal 40 km maka grade 10% dan panjang kritis jalan adalah 200 meter. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka apa bila grade 100% adalah  $90^\circ$  maka untuk grade 10% adalah  $9^\circ$ . Maka dalam penelitan ini ditentukan bahwa sudut  $\alpha$  adalah  $9^\circ$  atau  $\cos \alpha = 0,99$  dan  $\sin \alpha = 0,16$ . Terkait dengan hal tersebut diatas, maka proses analisis untuk kendaraan pada bidang miring dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Beban sumbu roda pada kondisi jalan menurun

Tabel 4: Beban poros roda kendaraan pada bidang miring (jalan Menurun)

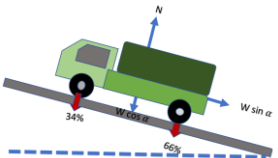
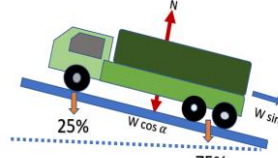
Konfigurasi Sumbu Roda	Jenis Truk	Kapasitas Normal RD	Over 30%	Over 50 %	Over 70%
	<b>RD=34% w cos <math>\alpha</math> + w sin <math>\alpha</math> dan RB=64% w cos <math>\alpha</math></b>				
	Truk Engkel Single, berat muatan max 12 Ton	W=12 Ton RD = 5,9T RB =7,8T	W=15,6 Ton RD = 7,68T RB =10,2T	W=18 Ton RD = 8,9T RB =11,7T	W=20,4 Ton RD = 10T RB =13,3T
	Truk Engkel Double, berat muatan max 16 Ton	W=16 Ton RD = 7,8 7T RB =10 4T	W=20,8 Ton RD = 10,2 T RB =13,6 T	W=24 Ton RD = 11,8 T RB =15,6 T	W=27,2 Ton RD = 13,4 T RB =17,7 T
	<b>RD=34% w cos <math>\alpha</math> + w sin <math>\alpha</math> dan RB=64% w cos <math>\alpha</math></b>				
	Truk Tronton, berat muatan max 22 Ton	W=22 Ton RD = 8,87 T RB =16,3 T	W=28,6 Ton RD = 11,54 T RB =21,2 T	W=33 Ton RD = 13,3 T RB =24,4 T	W=37,4 Ton RD = 15 T RB =27,7T
	Truk trintin, berat muatan max 18 Ton	W=18 Ton RD = 7,3 T RB =13,3 T	W=23,4 Ton RD = 9,4 T RB =17,3 T	W=27 Ton RD = 11 T RB = 20 T	W=30,6 Ton RD = 12,3 T RB = 22,7 T

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis tersebut diatas, belum tampak tingkat potensi bahaya karena kelebihan berat muatan pada poros roda bagian depan baru terlihat lebih besar 50% dari kapasitas tersedia. Tetapi, beberapa penelitian terkait efisiensi pengereman pada kondisi ini menyatakan bahwa kelebihan beban muatan akan mengurangi efisiensi pengereman hingga 50%. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Setya wijayanto dan kawan kawan tentang pengaruh muatan sumbu roda terhadap efisiensi rem mobil pick up, menyatakan bahwa pada saat berat muatan melebihi 30%, maka efisiensi pengeremannya hanya 23%.

b. Beban sumbu roda pada kondisi jalan mendaki

Tabel 5: Beban poros roda kendaraan pada bidang miring (jalan menanjak)

Konfigurasi Sumbu Roda	Jenis Truk	Kapasitas Normal RD	Over 30%	Over 50 %	Over 70%
<b>Truk 2 Gandar</b> 	<b>RD=34% w cos <math>\alpha</math> dan RB=64% w cos <math>\alpha</math> + w sin <math>\alpha</math></b>				
	Truk Engkel Single, berat muatan max 12 Ton	W=12 Ton RD = 4T RB =9,7T	W=15,6 Ton RD = 5,24T RB =12,61T	W=18 Ton RD = 6,04T RB =14,5T	W=20,4 Ton RD = 6,85T RB =16,5T
	Truk Engkel Double, berat muatan max 16 Ton	W=16 Ton RD = 5,37 T RB =12,9T	W=20,8 Ton RD = 7 T RB =17 T	W=24 Ton RD = 8 T RB =19,4 T	W=27,2 Ton RD = 9,13 T RB = 22 T
<b>Truk 3 Gandar</b> 	<b>RD=25% w cos <math>\alpha</math> dan RB=75% w cos <math>\alpha</math> + w sin <math>\alpha</math></b>				
	Truk Tronton, berat muatan max 22 Ton	W=22 Ton RD = 5,43 T RB =19,7 T	W=28,6 Ton RD = 7 T RB =26 T	W=33 Ton RD = 8 T RB =30 T	W=37,4 Ton RD = 9,23 T RB =34 T
	Truk trintin, berat muatan max 18 Ton	W=18 Ton RD = 4,4 T RB =16,5 T	W=23,4 Ton RD = 5,8 T RB =21 T	W=27 Ton RD = 6,7 T RB = 24 T	W=30,6 Ton RD = 7,5 T RB = 27,45 T

Sumber; Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis, terlihat bahwa pada area jalan menanjak, potensi terjadinya kecelakaan telah terlihat sejak kendaraan melakukan over dimension over loading (ODOL) sebesar 30%. Hal ini terjadi karena beban poros roda belakang telah menerima beban sebesar lebih dari kapasitas normal yang seharusnya dapat dipikul oleh kedua poros roda.

**PENUTUP**

Hasil analisa potensi kecelakaan pada area jalan dengan geometrik alinyemen vertikal yang disebabkan oleh berat muatan kendaraan berlebih, berdasarkan hasil analisa terlihat bahwa perilaku membawa berat dengan *over dimension over loading* (ODOL) tetap berpotensi menimbulkan terjadinya kecelakaan. Pada bidang datar terlihat bahwa apabila kendaraan membawa angkutan barang dengan *over dimension over loading* (ODOL) sebesar 50% telah berpotensi tinggi menimbulkan kecelakaan. Sementara pada kondisi geometric jalan alinyemen horizontal dengan desain menurun, potensi terkait beban kendaraan tidak terlihat, karena masing masing poros roda kendaraan menerima beban berlebih tidak sampai 100% dari kapasitas tersedia. Tetapi, pada kondisi menurun potensi efisiensi pengereman sangat diperlukan. Sementara, hasil penelitian lain sebelumnya menyatakan bahwa dengan beban lebih 30% maka berpotensi efisiensi pengereman hanya sebesar 23%.

Kondisi sangat berbahaya pada penelitian ini justru terjadi pada saat kendaraan golongan II dan golongan III melewati area jalan menanjak. Hal ini disebabkan karena pada saat itu beban roda belakang telah mengalami kelebihan berat muatan sebesar lebih dari 100% kapasitas berat muatan yang seharusnya terbagi pada dua poros roda. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka Penelitian analisa potensi kecelakaan pada area jalan dengan geometrik alinyemen vertikal yang disebabkan oleh berat muatan kendaraan berlebih ini membuktikan bahwa potensi terjadinya kecelakaan pada suatu area dengan geometric jalan datar maupun jalan dengan alinyemen vertical baik kondisi menurun atau menanjak cukup besar sejak kendaraan menambah beban muatannya muali lebih dari 30%. Hal ini tentunya perlu disadari oleh operator yang bergerak dibidang angkutan barang transportasi darat. selain itu, pengguna kendaraan yang lain disekitar kendaraan angkutan barang juga perlu meningkatkan kewaspadaannya apabila bertemu dengan kendaraa angkutan barang yang melakukan over dimension over



loading (ODOL)

**DAFTAR REFERENSI**

- [1] Ataline Muliarsi dkk, "Potensi Kecelakaan Kendaraan Over Dimension/Overloading (ODOL) Pada Area Tikungan Berdasarkan Persentase Berat Muatan dan Kondisi Alinyemen Horizontal Suatu Area Jalan" Jurnal Baruna Horizon (2022)
- [2] Pujayanto, diagram gaya normal, pada proseding seminar nasional fisika dan Pendidikan fisika (2015)
- [3] Gusmulyani, pada penelitiannya tentang evaluasi alinemen vertikal jalan luar kota (studi kasus ruas jalan proklamasi teluk kuantanpekanbaru), JPS, Volume 1, Nomor 2, Agustus 2019
- [4] Muhammad Fhakrul Ricky, Syaifuddin, dan Teuku Riyadhshya, perencanaan alinyemen vertical dan alinyemen horizontal jalan dengan menggunakan drone sebagai media memperoleh peta kontur, Jurnal Sipil Sains Terapan, 2020
- [5] Siti Masitoh, Nikko rozy, dan Saihul Anwar, Analisis Geometric Jalan Ruas Jalan Lingkar Utara Majalengka Kabupaten Majalengka, Jurnal Konstruksi, Vol. VIII, No. 1, 2019
- [6] Milawaty Waris, Kajian Pengembangan Geometrik Ruas Jalan Kampus Universitas, Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya, Vol.6, No.2, Juli 2020
- [7] Setya wijayanto, Pengaruh muatan sumbu roda terhadap efisiensi rem mobil pick up, Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-22, Universitas Halu Oleo, Kendari (2019)