



No. 09 /P /BM /2025

PEDOMAN

Bidang Jalan

PERENCANAAN TEKNIS TERMINAL DENGAN BANTALAN TABRAKAN



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



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura No. 20, Selong Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12110, Telp. (021) 7203165

Yth.

1. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga
2. Para Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga
3. Para Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional di Direktorat Jenderal Bina Marga
4. Para Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga

SURAT EDARAN

NOMOR: **09**/SE/Db/2025

TENTANG

PEDOMAN PERENCANAAN TEKNIS TERMINAL DENGAN BANTALAN TABRAKAN

A. Umum

Dalam upaya meningkatkan keselamatan jalan melalui pengurangan tingkat keparahan kecelakaan akibat kendaraan lepas kendali yang menabrak objek berbahaya di sisi jalan, terminal dengan bantalan tabrakan (*crash cushion*) menjadi salah satu solusi. Terminal diaplikasikan sebagai salah satu upaya mewujudkan *forgiving road*, terutama pada ruas atau segmen jalan dengan potensi risiko kecelakaan tinggi. Risiko tersebut dapat muncul akibat kondisi geometrik jalan dan keberadaan objek tetap di sisi jalan.

Terminal dengan bantalan tabrakan diterapkan mulai dari tahap perancangan teknis jalan baru maupun pada jalan yang ada untuk meningkatkan aspek keselamatan. Terminal dipasangkan apabila objek tetap yang berbahaya bagi pengguna jalan tidak dapat dihilangkan, dipindahkan, mudah runtuh, ataupun dilindungi secara memadai oleh pagar keselamatan memanjang. Penggunaan terminal dirancang dengan mekanisme internal yang mampu menahan gaya benturan tinggi dan memperlambat laju kendaraan yang lepas kendali. Pedoman perencanaan teknis terminal diperlukan untuk memberikan panduan mengenai kriteria komponen dari sistem peredam benturan. Dengan demikian, terminal mampu memperlambat laju kendaraan dalam waktu singkat dan dengan ruang yang terbatas.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ditetapkan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga tentang Pedoman Perencanaan Terminal dengan Bantalan Tabrakan.

B. Dasar Pembentukan

1. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);

2. Peraturan Presiden Nomor 170 Tahun 2024 tentang Kementerian Pekerjaan Umum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 366);
3. Keputusan Presiden Nomor 28/TPA Tahun 2025 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan dari dan dalam Jabatan Pimpinan Tinggi Madya di Lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum;
4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 372);
5. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 48 Tahun 2023 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 813);
6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 955);
7. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2025 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2025 Nomor 252);
8. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 20/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan;

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan perencanaan teknis dan pelaksanaan penerapan terminal dengan bantalan tabrakan sebagai bagian dari perlengkapan jalan sehingga dapat mengurangi tingkat fatalitas kecelakaan dan melindungi pengguna jalan dari tabrakan dengan obyek di luar badan jalan.

Surat Edaran ini bertujuan untuk menetapkan kriteria perencanaan teknis dan prosedur pelaksanaan penerapan terminal dengan bantalan tabrakan secara efektif meningkatkan keselamatan lalu lintas pada ruas jalan baru maupun pada ruas jalan yang sudah ada.

D. Ruang Lingkup

Surat Edaran ini menentukan kriteria perencanaan teknis komponen dari sistem peredam benturan, serta persyaratan terminal dengan bantalan tabrakan, lokasi penerapan, dan pertimbangan pemilihan jenis terminal dengan bantalan tabrakan.

E. Pengaturan Perencanaan Teknis Terminal dengan Bantalan Tabrakan

Ketentuan mengenai perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan, meliputi:

1. Ketentuan Umum

Bagian ketentuan umum meliputi pengaturan tentang:

- a. pertimbangan penerapan sistem peredam benturan untuk melindungi objek berbahaya;
- b. prinsip kerja terminal dengan bantalan tabrakan;
- c. komponen terminal dengan bantalan tabrakan; dan
- d. karakteristik terminal dengan bantalan tabrakan berdasarkan lokasi penempatan, kinerja sistem, dan material.

2. Ketentuan Teknis

Bagian ketentuan teknis meliputi pengaturan tentang kinerja struktur dan tingkat pengujian, kebutuhan ruang/area, aspek geometrik, delineasi, pertimbangan pemilihan tipe bantalan tabrakan, serta tahapan pelaksanaan dan prosedur.

Ketentuan lebih rinci mengenai perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan dimuat dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Surat Edaran Direktur Jenderal ini.

F. Penutup

Surat Edaran Direktur Jenderal ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Demikian Surat Edaran ini untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya. Atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum
2. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum
3. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum
4. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum

Ditetapkan di Jakarta

Pada tanggal **23** September 2025

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA,



ROY RIZALI ANWAR

NIP 198104302003121006

PRAKATA

Dalam upaya peningkatan keselamatan jalan yang tertuang dalam Rencana Umum Nasional Keselamatan (RUNK), salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengurangi tingkat keparahan akibat kendaraan lepas kendali menabrak objek bahaya sisi jalan adalah melalui pemasangan terminal dengan bantalan tabrakan. Pedoman perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan atau *crash cushion* diperlukan sebagai acuan untuk menerapkan aplikasi *forgiving road*, terutama pada ruas atau segmen jalan dengan potensi risiko tinggi akibat kondisi geometrik jalan dan keberadaan objek bahaya sisi jalan.

Penerapan perlengkapan jalan jenis terminal dengan bantalan tabrakan dapat digunakan pada tahap perencanaan teknis jalan baru maupun pada jalan yang sudah ada dalam rangka peningkatan aspek keselamatan jalan. Pedoman menetapkan jenis dan kriteria perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan, sistem peredam benturan, serta kriteria lokasi penerapan dan pertimbangan pemilihan jenis terminal dengan bantalan tabrakan.

Pedoman terminal dengan bantalan tabrakan ini merupakan pelengkap dari Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor PW.04.01-Db/154 tentang Peningkatan Aspek Keselamatan dalam Perencanaan, Pelaksanaan, dan Pengoperasian Jalan Tol. Pedoman disusun dengan mengacu pada ketentuan dalam Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria (NSPK) di Kementerian Pekerjaan Umum dan Kementerian Perhubungan.

Pedoman ini telah dibahas dalam rapat legalisasi pada tanggal 24 September 2024 di Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi, Kementerian Perhubungan, Direktorat Jenderal Bina Marga, dan para praktisi teknik jalan.

Jakarta, 23 September 2025

Direktur Jenderal Bina Marga,



Roy Rizali Anwar

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
PENDAHULUAN	vi
1. Ruang Lingkup	1
2. Acuan Normatif.....	1
3. Istilah dan Definisi	1
4. Ketentuan Umum.....	2
4.1. Pertimbangan Penerapan.....	2
4.2. Prinsip Kerja Terminal dengan Bantalan Tabrakan.....	2
4.3. Komponen Terminal dengan Bantalan Tabrakan.....	3
4.4. Karakteristik Terminal dengan Bantalan Tabrakan	7
4.4.1. Berdasarkan Lokasi Penempatan	7
4.4.2. Berdasarkan Kinerja Sistem	7
4.4.3. Berdasarkan Material.....	8
5. Ketentuan Teknis.....	9
5.1. Kinerja Struktur dan Tingkat Pengujian	9
5.2. Kebutuhan Area	9
5.2.1. Telapak Sistem.....	9
5.2.2. Area Cadangan (<i>Backup</i>)	10
5.2.3. Dimensi Ruang Penempatan	11
5.3. Geometrik.....	15
5.4. Deliniasi	16
5.5. Pertimbangan Pemilihan	17
5.5.1. Kecepatan	17
5.5.2. Volume Lalu Lintas	18
5.5.3. Biaya	19
5.5.4. Pemeliharaan	19
6. Tahapan dan Prosedur.....	20
6.1. Tahapan.....	20
6.2. Prosedur	21
6.2.1. Persiapan	21
6.2.2. Perencanaan Teknis.....	21
6.2.3. Penerapan	22
6.3. Pemeliharaan	22
Bibliografi	24
Daftar Penyusun dan Unit Kerja Pemrakarsa	25
Lampiran 1 (Informatif)_Standar Pengujian Kinerja	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1 - Dimensi untuk penyediaan terminal dengan bantalan tabrakan di <i>area gore</i>	11
Tabel 2 - Jarak bebas dari lajur lalu lintas terhadap objek bahaya.....	15
Tabel 3 - Jarak pandang terhadap terminal dengan bantalan tabrakan	16
Tabel 4 - Tingkat pengujian menggunakan metode MASH	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 - Contoh terminal dengan bantalan tabrakan	3
Gambar 2 - Proses perlambatan kendaraan oleh sistem terminal dengan bantalan tabrakan	3
Gambar 3 - Tampak atas pengaku (a) dan tampak samping pengaku (b) pada perkerasan jalan.....	4
Gambar 4 - Pengaku pada pagar keselamatan	4
Gambar 5 - Panel transisi pada pagar keselamatan beton (a) pada pagar keselamatan w-beam (b)	4
Gambar 6 - Komponen penyangga dasar atau rel	5
Gambar 7 - Komponen pengarah jenis tali (a) jenis rangka/diagrah (b)	5
Gambar 8 - Komposit perangkat peredam benturan <i>catridge</i> dan panel geser samping	6
Gambar 9 - Komposit perangkat peredam benturan <i>nose</i>	6
Gambar 10 - Lokasi penempatan (a) ujung pagar pengaman (b) ujung parapet jembatan (c) <i>gore area</i> (d) gerbang tol	7
Gambar 11 - Terminal dengan bantalan tabrakan jenis dapat dilalui	8
Gambar 12 - Terminal dengan bantalan tabrakan jenis tidak dapat dilalui (<i>non-gating</i>) dengan kategori <i>redirective</i> (a) dan <i>non-redirective</i> (b).....	8
Gambar 13 - (a) Kebutuhan ruang tapak terminal dengan bantalan tabrakan, (b) kebutuhan ruang untuk defleksi, dan (c) kebutuhan ruang minimum untuk penerapan terminal dengan bantalan tabrakan	10
Gambar 14 - Sistem terminal dengan bantalan tabrakan sebelum tertabrak (a) dan setelah tertabrak (b)	10
Gambar 15 - Jarak antara bagian belakang terminal dengan bantalan tabrakan dan objek bahaya jenis tunggal (a) dan jenis objek memanjang (b)	11
Gambar 16 - Kebutuhan dimensi ruang penempatan sistem bantalan benturan.....	14
Gambar 17 - Kemiringan memanjang tidak lebih dari 5% dan 2% untuk melintang di depan terminal dengan bantalan tabrakan	15
Gambar 18 - Pemantul cahaya pembagi lajur atau jalur	16
Gambar 19 - Penggunaan marka serong dengan dilengkapi paku jalan pada <i>gore area</i>	17
Gambar 20 - Penerapan patok lalu lintas (a) contoh alat pengarah lalu lintas (b)	17
Gambar 21 - Pohon keputusan kinerja minimum terminal dengan bantalan tabrakan	18
Gambar 22 - Pohon keputusan pemilihan kategori terminal dengan bantalan tabrakan	19
Gambar 23 - Tahapan perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan	20

PENDAHULUAN

Terminal dengan bantalan tabrakan atau *crash cushion* adalah sistem perangkat untuk mengurangi dampak dan tingkat keparahan akibat benturan dengan objek kaku. Terminal dengan bantalan tabrakan dirancang untuk menahan benturan langsung dan benturan menyudut dengan tujuan memperlambat kendaraan yang menabrak dalam waktu singkat dan ruang yang pendek.

Terminal dengan bantalan tabrakan diterapkan apabila objek tetap berbahaya tidak dapat dihilangkan, dipindahkan, atau dibuat mudah runtuh, dan apabila benda tidak dapat dilindungi secara memadai oleh pagar keselamatan memanjang. Terminal dengan bantalan tabrakan dirancang dengan mekanisme internal untuk menahan gaya benturan tinggi dan memperlambat kendaraan lepas kendali. Berdasarkan konsep ini, terdapat berbagai macam bentuk, ukuran, dan penggunaan material serta komponen terminal dengan bantalan tabrakan yang sudah tersedia di pasaran.

Dalam pedoman ini diuraikan ketentuan umum dan teknis sebagai panduan bagi perencanaan teknis jalan raya dalam penerapan terminal dengan bantalan tabrakan. Dalam pedoman ini terdapat gambar serta nama produsen sebagai ilustrasi atau contoh penerapan, namun Kementerian Pekerjaan Umum tidak mensponsori atau disponsori oleh produsen atau mengarahkan ke suatu produk tertentu.

Pedoman Perencanaan Teknis Terminal dengan Bantalan Tabrakan

1. Ruang Lingkup

Pedoman perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan atau *crash cushion* menetapkan kriteria perencanaan teknis setiap komponen dalam sistem peredam benturan, persyaratan sistem terminal, kriteria penentuan lokasi penerapan, dan pertimbangan pemilihan jenis terminal dengan bantalan tabrakan.

2. Acuan Normatif

Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655)

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 48 Tahun 2023 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 813)

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 20/SE/Db/2021 tentang Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor KP.106/AJ. 501/DRJD/2019 tentang Petunjuk Teknis Jalan Marka Jalan

3. Istilah dan Definisi

3.1

area gore

merupakan area berbentuk segitiga yang ditandai dengan marka serong atau *chevron*, yang terbentuk karena pemisahan atau penggabungan arus lalu lintas dari/ke suatu ruas jalan. Area tersebut termasuk objek bahaya

3.2

keselamatan lalu lintas dan angkutan jalan

suatu keadaan terhindarnya setiap orang dari risiko kecelakaan selama berlalu lintas yang disebabkan oleh manusia, kendaraan, jalan, dan/atau lingkungan

3.3

objek tetap berbahaya

jenis objek tetap sisi jalan yang memiliki potensi bahaya dapat berupa: parapet jembatan, batu besar, drainase terbuka, tiang utilitas, dinding penahan tanah, tiang rambu, lampu lalu lintas, pohon, sungai, kolam air, benda lain yang terbuat dari bahan tidak mudah rapuh, area *gore* dan benda berdiameter lebih dari 10 cm

3.4

tapak terminal dengan bantalan tabrakan

ruang kerja yang dibutuhkan terminal dengan bantalan tabrakan

3.5

terminal dengan bantalan tabrakan atau *crash cushion*

perangkat atau sistem untuk melindungi objek bahaya sisi jalan yang tidak dapat dihilangkan atau dipindahkan atau dilindungi oleh pagar pengaman

4. Ketentuan Umum

4.1. Pertimbangan Penerapan

Penerapan peredam benturan untuk melindungi objek bahaya harus memperhatikan dan mempertimbangkan aspek-aspek sebagai berikut:

- a. **Geometri jalan**, dalam pertimbangan penempatan terminal dengan bantalan tabrakan dengan memperhatikan ketersediaan ruang berdasarkan dimensi, ruang kerja, dan ruang cadangan terminal dengan bantalan tabrakan sebelum objek berbahaya.
- b. **Tapak terminal dengan bantalan tabrakan**, dengan mempertimbangkan kebutuhan jenis dan dimensi terminal dengan bantalan tabrakan berdasarkan posisi, jenis, dan ukuran objek bahaya yang akan dilindungi.
- c. **Karakteristik lalu lintas**, dengan pertimbangan kecepatan operasional, volume dan komposisi arus lalu lintas dalam pemilihan kategori serta jenis terminal dengan bantalan tabrakan dan peluang tertabrak.
- d. **Fungsi**, dengan dalam pertimbangan jenis, posisi, dan ukuran dari objek berbahaya terhadap kemampuan untuk menghentikan kendaraan sebelum menabrak objek bahaya atau meredam kecepatan dan menjauhkan kendaraan dari objek berbahaya.
- e. **Dampak**, dengan pertimbangan tidak menimbulkan dampak keselamatan bagi penumpang kendaraan serta pengguna jalan lain dari serpihan terminal dengan bantalan tabrakan ketika tertabrak kendaraan lepas kendali.
- f. **Kinerja**, dengan pertimbangan peredaman dan pengurangan kecepatan yang tidak terjadi seketika, keawetan tahan terhadap kondisi lingkungan serta keterlihatan oleh pengguna jalan.
- g. **Pemeliharaan dan penggantian komponen**, dengan mempertimbangkan peluang serta frekuensi tertabrak, kemudahan pemeliharaan, dan kebutuhan frekuensi pemeliharaan dalam pemilihan jenis terminal dengan bantalan tabrakan.
- h. **Biaya**, dengan pertimbangan kebutuhan dari biaya persiapan lokasi, bahan awal dan biaya pemasangan, biaya pemeliharaan, dan biaya perbaikan atau penggantian. Biaya siklus hidup untuk memperbaiki atau mengganti sistem terminal dengan bantalan tabrakan dapat menjadi faktor penting dalam proses pemilihan, terutama di lokasi yang diperkirakan akan sering tertabrak.

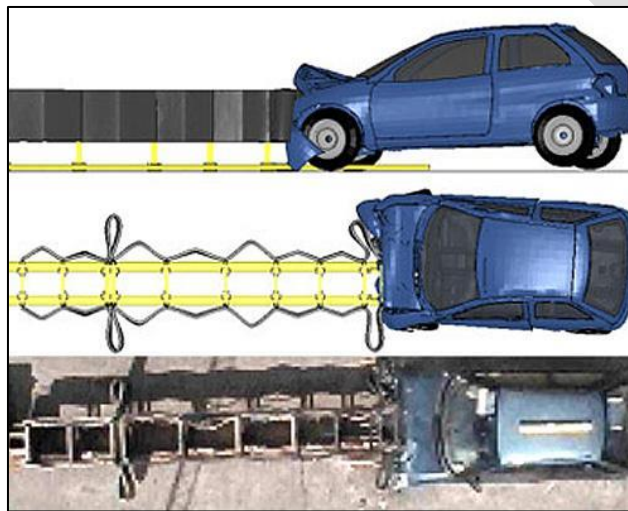
4.2. Prinsip Kerja Terminal dengan Bantalan Tabrakan

Pengurangan kecepatan kendaraan oleh terminal dengan bantalan tabrakan saat tumbukan berlangsung dengan mengubah sebagian energi kinetik kendaraan menjadi energi mekanik melalui deformasi bagian kendaraan dan komponen terminal dengan bantalan tabrakan. Sistem terminal dengan bantalan tabrakan terdiri atas beberapa komponen yang didesain hancur atau berubah bentuk secara plastis yang kemudian kembali ke bentuk semula menjelang akhir benturan. Contoh jenis terminal dengan bantalan tabrakan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 - Contoh terminal dengan bantalan tabrakan

Agar kecepatan kendaraan dapat dikurangi secara bertahap, sistem terminal dengan bantalan tabrakan memerlukan jarak untuk berdeformasi ketika memperlambat kecepatan dan energi kinetik dengan asumsi kendaraan akan berhenti setelah tumbukan karena energi kerja terminal dengan bantalan tabrakan sama dengan energi kinetik kendaraan. Proses perlambatan kendaraan diperlihatkan pada Gambar 2.



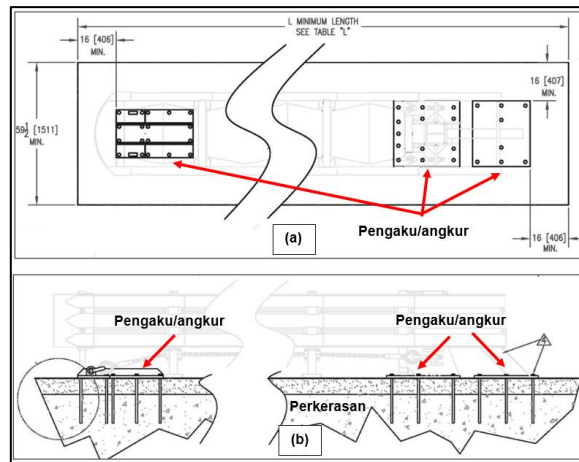
Sumber: Texas A&M Transportation Institute

Gambar 2 - Proses perlambatan kendaraan oleh sistem terminal dengan bantalan tabrakan

4.3. Komponen Terminal dengan Bantalan Tabrakan

Sistem terminal dengan bantalan tabrakan minimum terdiri atas komponen kaku dan komponen bergerak serta komponen yang berubah bentuk. Komponen-komponen tersebut bekerja bersamaan dalam meredam energi dan mengurangi kecepatan kendaraan ketika terjadi tabrakan kendaraan lepas kendali dengan terminal dengan bantalan tabrakan.

Komponen kaku adalah angkur pengikat struktur agar sistem terminal dengan bantalan tabrakan tidak berpindah tempat serta untuk memastikan pergeseran atau perubahan bentuk struktur terarah agar tidak membahayakan pengendara kendaraan dan pengguna jalan lain saat terjadi tabrakan. Pengaku yang digunakan adalah angkur yang dipasang ke perkerasan jalan atau sambungan lain ke objek di belakang struktur terminal dengan bantalan tabrakan, seperti sambungan ke pagar keselamatan atau parapet jembatan.



Sumber: *Barrier system inc*

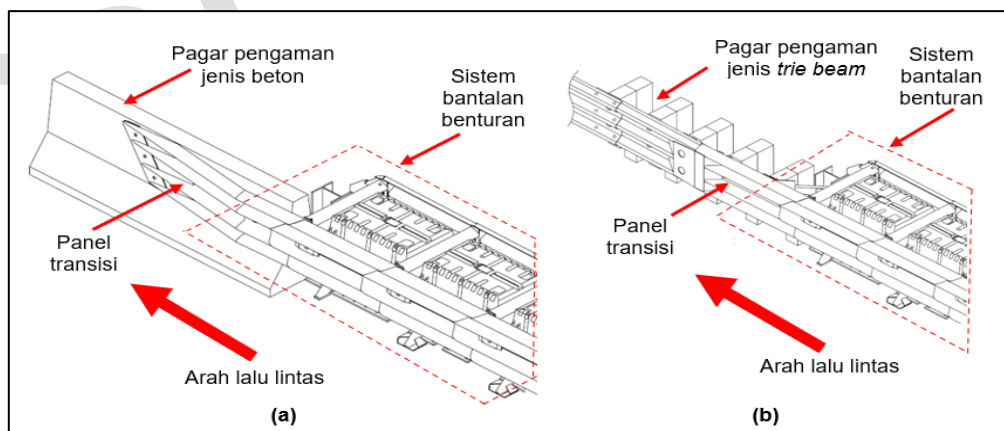
Gambar 3 - Tampak atas pengaku (a) dan tampak samping pengaku (b) pada perkerasan jalan



Sumber: *Barrier system inc*

Gambar 4 - Pengaku pada pagar keselamatan

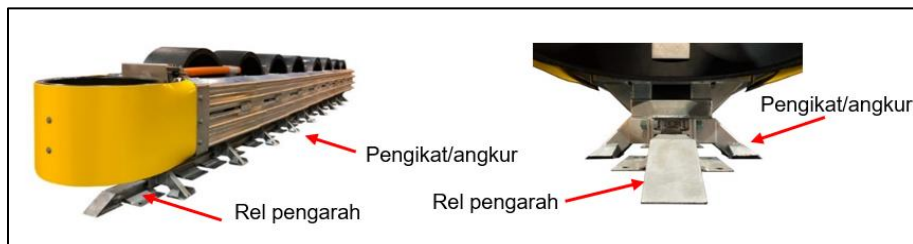
Pemasangan pengaku pada parapet jembatan atau pagar keselamatan beton perlu ditambahkan panel transisi bentuk antara terminal dengan bantalan tabrakan dan parapet jembatan atau pagar keselamatan beton seperti diperlihatkan pada Gambar 5.



Sumber: *Trinity highway production*

Gambar 5 - Panel transisi pada pagar keselamatan beton (a) pada pagar keselamatan w-beam (b)

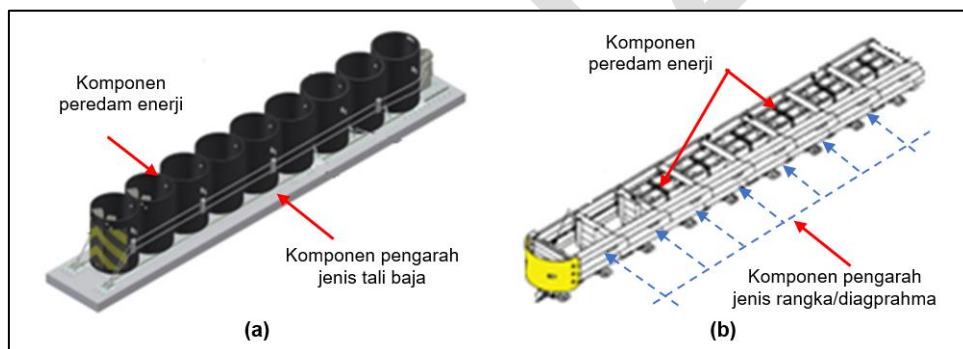
Untuk sistem terminal dengan bantalan tabrakan yang bekerja dengan peredam benturan yang bergerak serta berubah bentuk diperlukan rel untuk komponen pengarah, rel pengarah memiliki panjang sama dengan panjang kerja sistem. Contoh rel pengarah diperlihatkan pada Gambar 6.



Sumber: Trinity highway production

Gambar- 6 Komponen penyangga dasar atau rel

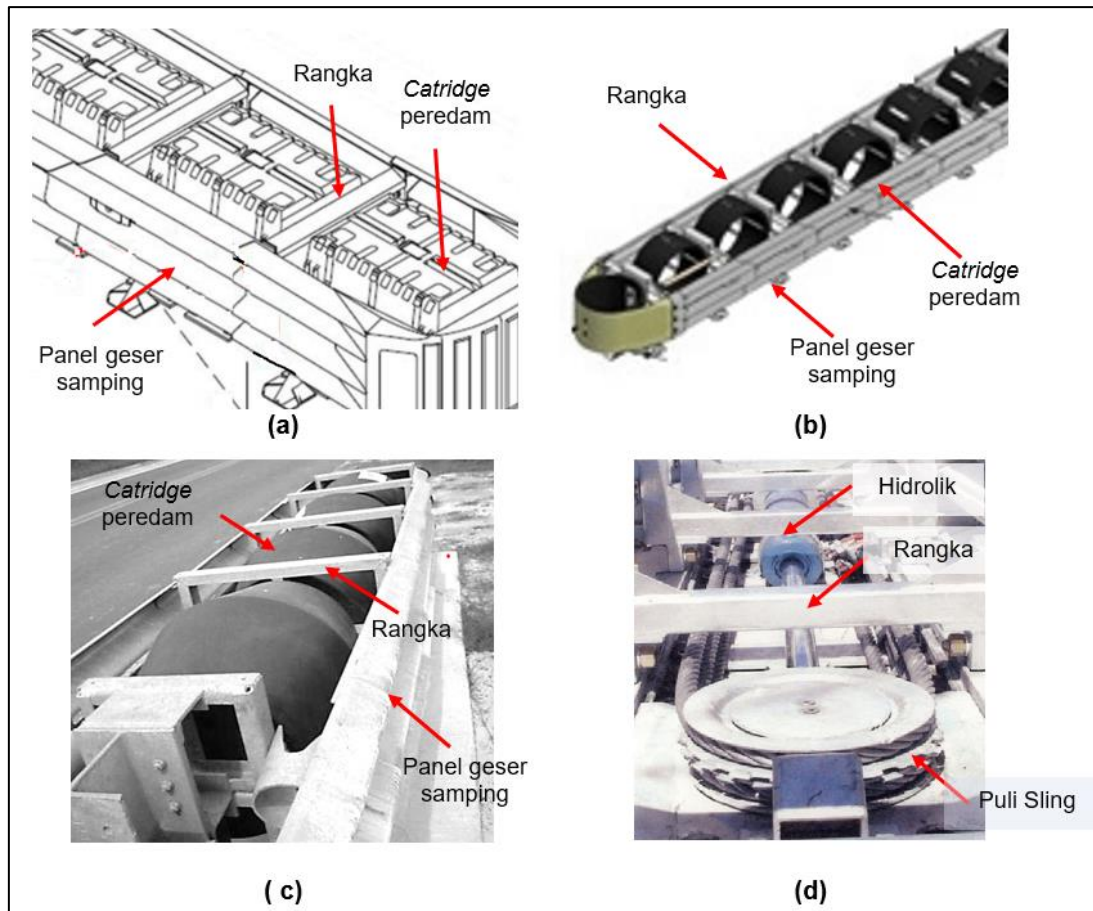
Komponen yang bergerak dan berubah bentuk adalah pengarah struktur sistem yang akan bergerak kebagian belakang struktur sistem terminal dengan bantalan tabrakan ketika menyerap energi dan mengurangi kecepatan kendaraan lepas kendali. Komponen pengarah dapat berupa rangka atau tali baja seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



Sumber: Florida Departement of Transport

Gambar 7 - Komponen pengarah jenis tali (a) jenis rangka/diagrahama (b)

Komponen perangkat peredam benturan adalah komponen yang dirancang untuk hancur atau berubah bentuk untuk meredam energi dan mengurangi kecepatan kendaraan. Komponen perangkat benturan dapat komposit beberapa bagian seperti antara panel geser samping yang dapat bergeser dan berubah bentuk dengan peredam *catridge* yang dapat berubah ke bentuk semula setelah tumbukan seperti terlihat pada Gambar 8 (a). Komposit perangkat peredam benturan jenis lain diperlihatkan pada Gambar 8 (b sampai dengan d).



Gambar 8 - Komposit perangkat peredam benturan *catridge* dan panel geser samping

Komponen perangkat lain dari sistem terminal dengan bantalan tabrakan adalah bagian hidung atau *nose* yang didesain untuk menyerap energi kinetik pada awal kejadian benturan. Bagian *nose* didesain dengan kekuatan rendah agar pengurangan kecepatan tidak terjadi seketika, bagian *nose* juga digunakan untuk pemasangan deliniasi agar sistem terminal dengan bantalan tabrakan terlihat dengan jelas oleh pengguna jalan. Deliniasi pada bagian *nose* akan berbeda bentuk berdasarkan penempatan dan arah lalu lintas.



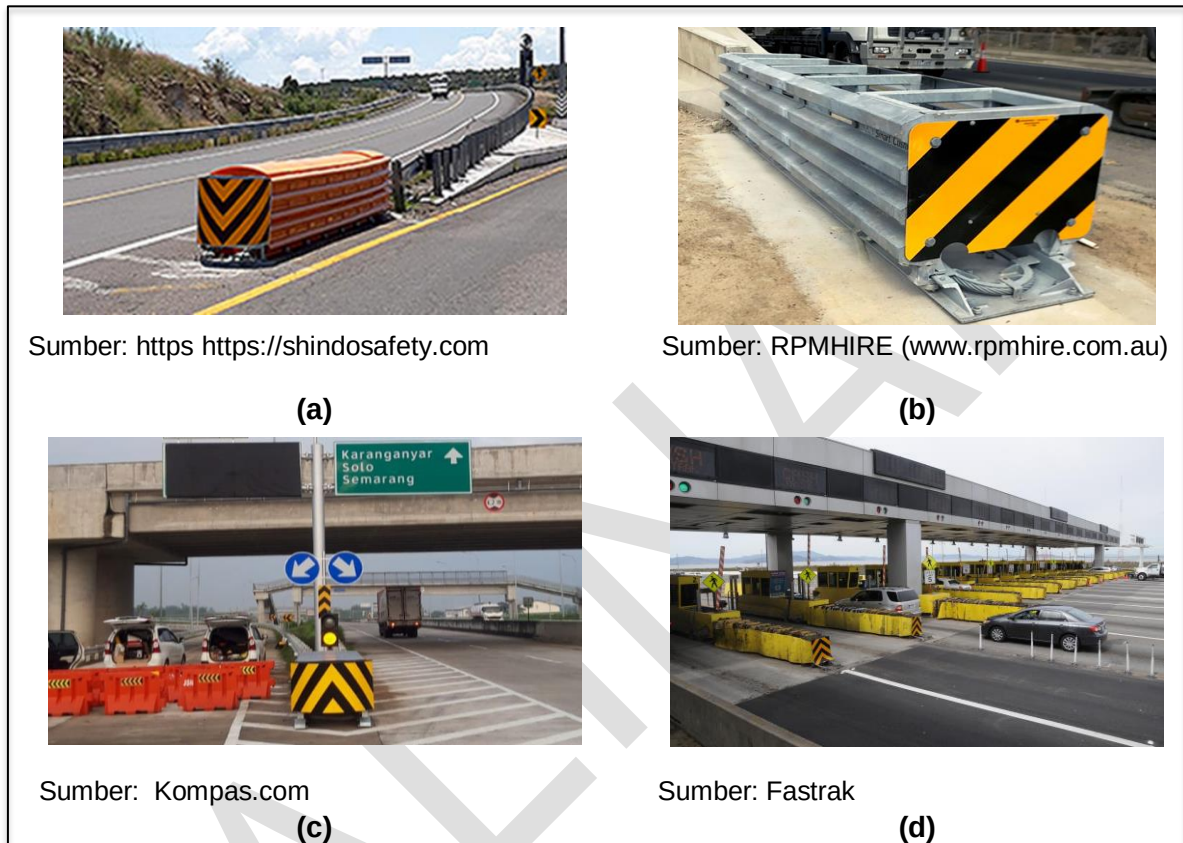
Sumber: <https://www.hardstaffbarriers.com>

Gambar 9 - Komposit perangkat peredam benturan *nose*

4.4. Karakteristik Terminal dengan Bantalan Tabrakan

4.4.1. Berdasarkan Lokasi Penempatan

Terminal dengan bantalan tabrakan ditempatkan pada area yang memiliki potensi bahaya seperti pada bagian ujung pagar pengaman, ujung parapet jembatan, gerbang tol, pada *gore area*, serta objek tetap dengan potensi bahaya. Ilustrasi penempatan diperlihatkan pada Gambar 10.

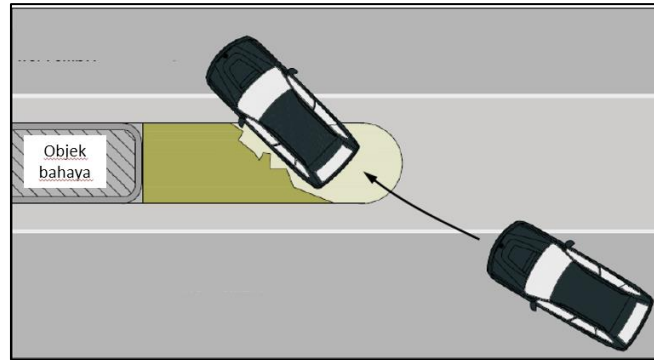


Gambar 10 - Lokasi penempatan (a) ujung pagar pengaman (b) ujung parapet jembatan (c) *gore area* (d) gerbang tol

4.4.2. Berdasarkan Kinerja Sistem

a. Terminal dengan bantalan tabrakan jenis dapat dilalui/*gating*

Terminal dengan bantalan tabrakan jenis ini mampu mengurangi kecepatan kendaraan yang menabrak pada bagian hidung (*nose*) namun kendaraan tidak berhenti pada sistem terminal dengan bantalan tabrakan, sehingga kendaraan akan tetap melaju pada bagian samping atau belakang dari sistem terminal dengan bantalan tabrakan, seperti diperlihatkan pada Gambar 11. Kendaraan yang melewati tipe *gating* akan diarahkan ke area samping/belakang terminal dengan bantalan tabrakan. Jenis *gating* tidak disarankan digunakan pada lokasi dengan keterbatasan ruang atau lahan.

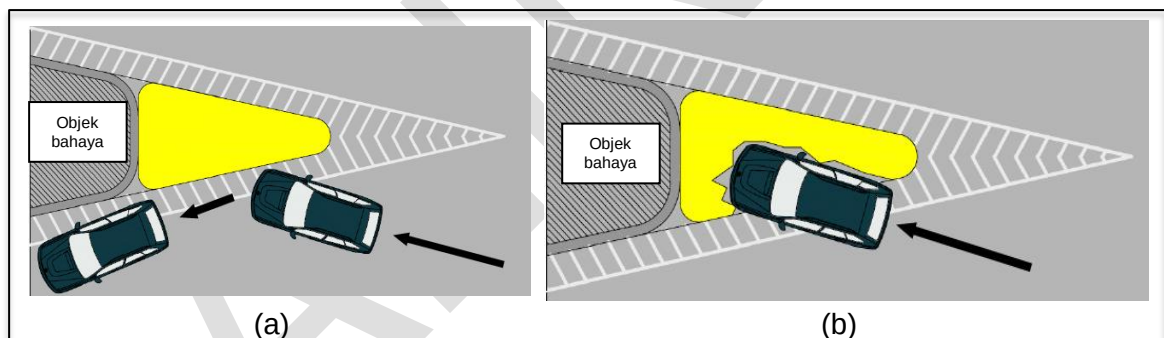


Gambar 11 - Terminal dengan bantalan tabrakan jenis dapat dilalui

b. Terminal dengan bantalan tabrakan tidak dapat dilalui tipe *non-gatting*

Jenis terminal dengan bantalan tabrakan *non-gatting* memiliki kemampuan mengarahkan atau menghentikan kendaraan tergantung pada karakteristik terminal dengan bantalan tabrakan yang dikategorikan lebih lanjut sebagai *redirective* atau *non-redirective* seperti dipelihatkan pada Gambar 12.

- 1) Sistem *redirective* atau mengarahkan dirancang ketika ditabrak oleh kendaraan lepas kendali di sampingnya, terminal dengan bantalan tabrakan tersebut akan mengarahkan kendaraan kembali ke badan jalan.
- 2) Sistem *non-redirective* tidak mengarahkan dirancang ketika ditabrak oleh kendaraan lepas kendali, terminal dengan bantalan tabrakan tersebut dapat memungkinkan kendaraan memasuki sistem dan berhenti dengan selamat.



Gambar 12 - Terminal dengan bantalan tabrakan jenis tidak dapat dilalui (*non-gatting*) dengan kategori *redirective* (a) dan *non-redirective* (b)

4.4.3. Berdasarkan Material

a. Sekali pakai atau *sacrificial crash cushions*

Terminal dengan bantalan tabrakan kategori sekali pakai didesain untuk hancur setelah tertabrak dan memerlukan banyak penggantian komponen atau hancur secara keseluruhan. Kategori terminal dengan bantalan tabrakan sekali pakai umumnya digunakan pada jalan dengan potensi kecelakaan rendah untuk desain jalan baru atau pada jalan eksisting dengan catatan kecelakaan rendah dan LHR kurang dari 25.000 kendaraan. Harga terminal dengan bantalan tabrakan kategori sekali pakai relatif murah, namun kebutuhan waktu serta biaya penggantian sangat bervariasi tergantung pada kondisi benturan dan produsen.

b. Dapat digunakan kembali

Kategori terminal dengan bantalan tabrakan dapat digunakan kembali didesain untuk dapat diperbaiki kembali kebentuk semula setelah tertabrak tanpa memerlukan perbaikan atau penggantian komponen secara keseluruhan. Kategori ini umumnya dipasang pada jalan dengan kecepatan tinggi, volume tinggi (LHR >25.000), landai, atau pada median dengan peluang frekuensi tertabrak tinggi (3 atau lebih per tahun). Harga terminal dengan bantalan tabrakan kategori dapat digunakan kembali lebih tinggi dibandingkan kategori sekali pakai, namun secara jangka panjang biaya kebutuhan pemeliharaan dan umur layanan lebih murah. Kategori ini umumnya diterapkan untuk melindungi objek pada median dengan ukuran lebar atau objek bahaya yang jauh dari lajur lalu lintas.

c. Pemeliharaan rendah/memulihkan sendiri

Terminal dengan bantalan tabrakan kategori ini memerlukan pemeliharaan rendah dan mampu memulihkan sendiri kebentuk semula. Umumnya dapat digunakan kembali dengan hanya membutuhkan pengecekan setelah terjadi kecelakaan. Terminal dengan bantalan tabrakan kategori ini dirancang untuk LHR lebih dari 25.000 kendaraan dengan riwayat kecelakaan atau potensi tinggi dan kecepatan tinggi.

5. Ketentuan Teknis

5.1. Kinerja Struktur dan Tingkat Pengujian

Terminal dengan bantalan tabrakan yang akan diterapkan harus mampu menahan benturan langsung dari bagian depan (*head-on*), benturan menyudut dari samping, dan benturan menyudut dari arah belakang sesuai kecepatan desain dengan nilai toleransi keamanan sebesar 10 km/jam untuk mengantisipasi kemungkinan pelanggaran kecepatan kendaraan. Untuk memastikan tidak terminal dengan bantalan tabrakan tidak menyebabkan potensi peningkatan fatalitas ketika tumbukan terjadi desain struktur terminal dengan bantalan tabrakan tidak boleh memiliki komponen menonjol yang dapat merubah trayektori kendaraan dan tidak memberikan efek pendakian atau melayang pasca benturan yang dapat menyebabkan kecelakaan lanjutan.

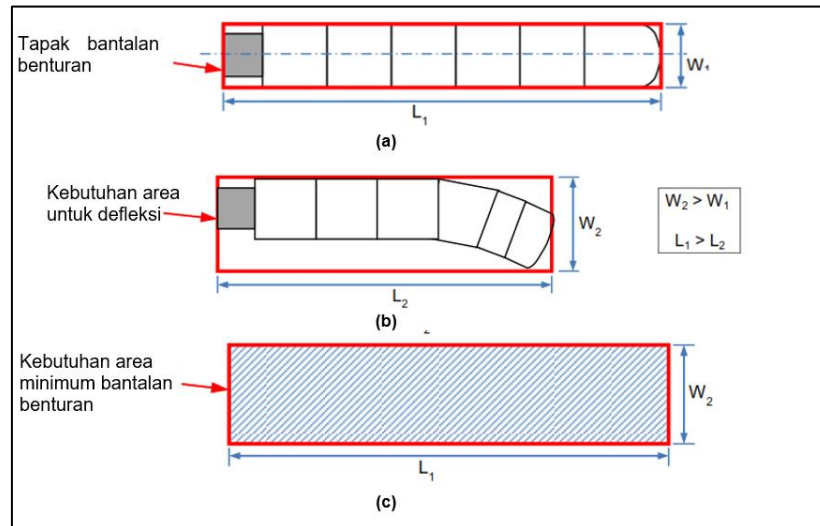
Selain persyaratan struktur dan komponen, terminal dengan bantalan tabrakan yang akan digunakan harus lolos pengujian kinerja yang berbeda untuk tingkat pengujian *Test Level* (TL) berdasarkan karakteristik lalu lintas dan untuk memastikan jenis terminal dengan bantalan tabrakan memenuhi kecukupan struktural, meminimumkan risiko penumpang dan lintasan kendaraan pasca-benturan. Salah satu metode pengujian internasional yang digunakan untuk syarat minimum penerimaan terminal dengan bantalan tabrakan adalah Uji MASH *Test Level* (TL) 3 atau standar setara yang diakui internasional.

5.2. Kebutuhan Area

5.2.1. Telapak Sistem

Telapak sistem merupakan area untuk penempatan terminal dengan bantalan tabrakan sebelum dipasang, ukuran telapak sistem sangat bervariasi berdasarkan jenis bantalan yang akan digunakan. Ukuran telapak sebelum terjadi benturan adalah panjang (L_1) dan lebar (W_1) seperti diperlihatkan dalam Gambar 13 (a). Lebar terminal dengan bantalan tabrakan awal (W_1) dan panjang awal (L_1) akan berubah setelah terminal dengan bantalan tabrakan tertabrak

sehingga panjang benturan menjadi lebih pendek (L_2) dan lebar terminal dengan bantalan tabrakan bertambah akibat deformasi struktur setelah menyerap energi (W_2), perubahan kebutuhan ruang diperlihatkan pada Gambar 13 (b). Untuk menjaga jarak aman antara posisi penempatan terminal dengan bantalan tabrakan dengan pengguna jalan diperlukan area minimum telapak sistem dengan mempertimbangkan panjang awal (L_1) dan lebar setelah mengalami deformasi (W_2) seperti diperlihatkan dalam Gambar 13 (c). Kebutuhan area telapak sistem bervariasi berdasarkan nilai yang ditetapkan oleh produsen.



Gambar 13 - (a) Kebutuhan ruang tapak terminal dengan bantalan tabrakan, (b) kebutuhan ruang untuk defleksi, dan (c) kebutuhan ruang minimum untuk penerapan terminal dengan bantalan tabrakan

5.2.2. Area Cadangan (*Backup*)

Tabrakan antara kendaraan dengan terminal dengan bantalan tabrakan dapat mengakibatkan perubahan bentuk sistem peredam benturan atau mengalihkan kendaraan, pada kejadian tersebut diperlukan area cadangan (*backup*) untuk perubahan bentuk maupun arah serta panjang lintasan kendaraan akibat tabrakan seperti diperlihatkan pada Gambar 14. Besar kebutuhan area cadangan yang diperlukan sangat tergantung kepada jenis terminal dengan bantalan tabrakan yang ditetapkan oleh masing-masing produsen.



Gambar 14 - Sistem terminal dengan bantalan tabrakan sebelum tertabrak (a) dan setelah tertabrak (b)

Kebutuhan area cadangan bervariasi berdasarkan desain produsen. Jarak penempatan terminal dengan bantalan tabrakan dengan objek bahaya minimal 600 mm. Apabila terdapat celah kosong antara objek bahaya dengan terminal dengan bantalan tabrakan harus menggunakan pagar transisi untuk menghindari kendaraan tersangkut dan mengakibatkan meningkatnya tingkat fatalitas.



Gambar 15 - Jarak antara bagian belakang terminal dengan bantalan tabrakan dan objek bahaya jenis tunggal (a) dan jenis objek memanjang (b)

5.2.3. Dimensi Ruang Penempatan

Ketersediaan ruang untuk pemasangan terminal dengan bantalan tabrakan dengan mempertimbangkan dimensi dan cara kerja sistem. Dimensi yang dibutuhkan mempertimbangkan kebutuhan jarak kemampuan meredam dan menghentikan, kebutuhan struktur pengikat (angkur), ruang cadangan (antara bantalan dan objek berbahaya), serta puing puing yang dihasilkan oleh benturan. Kebutuhan ruang pemasangan terminal dengan bantalan tabrakan pada area *gore* dapat dilihat pada Tabel 1. Ilustrasi kebutuhan ruang untuk penerapan diperlihatkan pada Gambar 16.

Tabel 1 - Dimensi untuk penyediaan terminal dengan bantalan tabrakan di area *gore*

Kecepatan desain (km/j)	Dimensi untuk <i>crash cushion</i> , area bebas (dalam meter)								
	Disarankan (*)			Minimum					
				Kondisi tidak terbatas (**)			Kondisi terbatas (***)		
	N	L	F	N	L	F	N	L	F
50	3,5	5	1,5	2,5	3,5	1	2	2,5	0,5
80	3,5	10	1,5	2,5	7,5	1	2	5	0,5
110	3,5	17	1,5	2,5	13,5	1	2	8,5	0,5
130	3,5	21	1,5	2,5	17	1	2	11	0,5

Keterangan:

N : untuk tujuan desain awal, asumsi lebar ruang yang diperlukan untuk penempatan terminal dengan bantalan tabrakan

L : untuk tujuan desain awal, asumsi panjang ruang yang diperlukan untuk penempatan

terminal dengan bantalan tabrakan

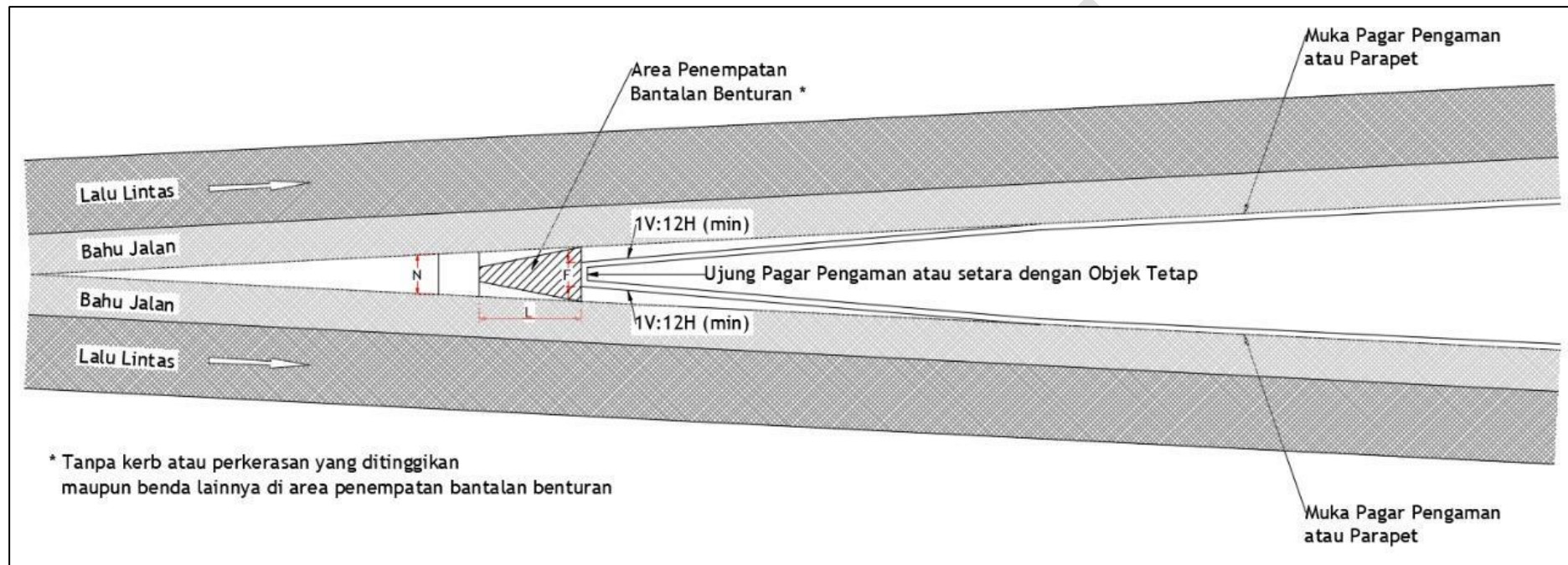
F : untuk tujuan desain awal, asumsi lebar maksimum benda tetap yang perlu dilindungi dengan terminal dengan bantalan tabrakan

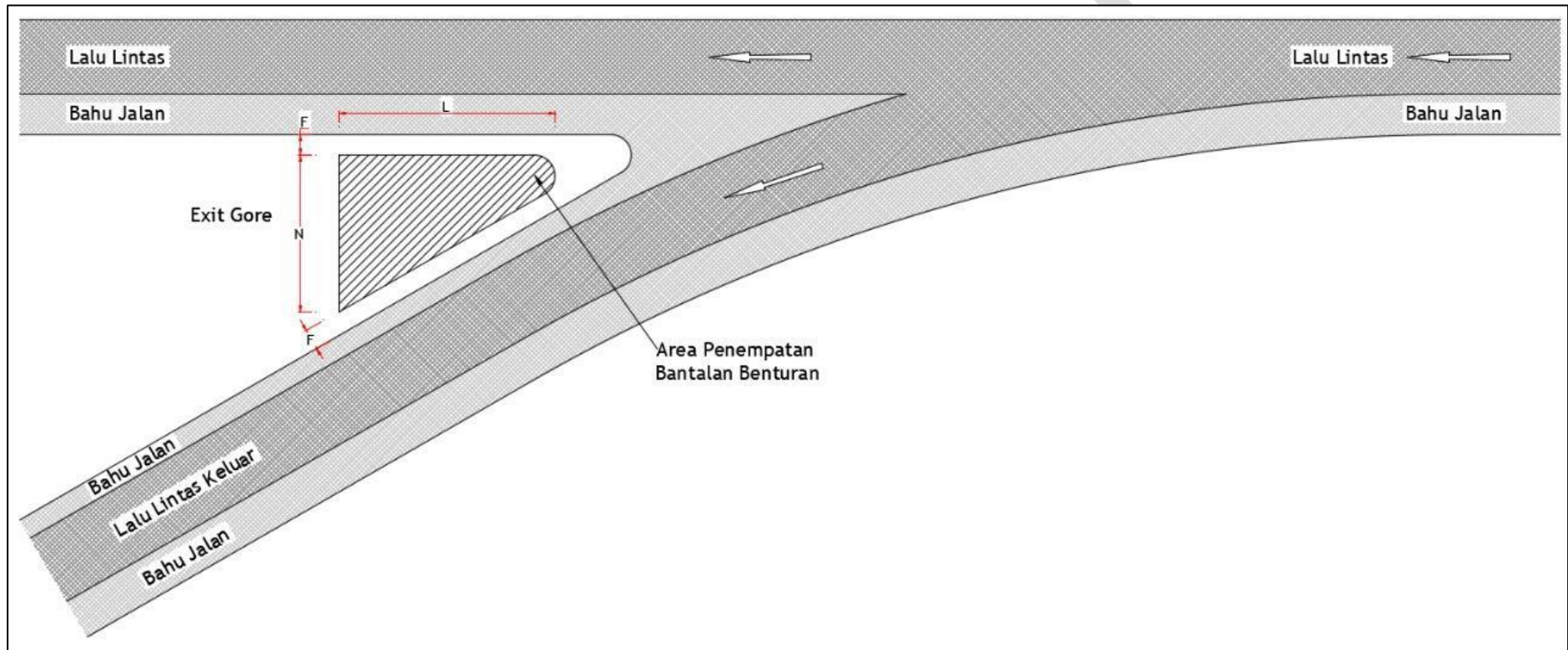
(*) Disarankan apabila tidak ada permasalahan biaya, ketersediaan ruang.

(**) Kondisi tidak terbatas: apabila terjadi ketersediaan ruang, namun tidak terjadi masalah biaya.

(***) Kondisi terbatas: apabila ketersediaan ruang terbatas, namun apabila biaya pengadaan lebih mahal tidak disarankan menggunakan kondisi ini.

SALINAN





Gambar 16 - Kebutuhan dimensi ruang penempatan sistem bantalan benturan

5.3. Geometrik

Sistem terminal dengan bantalan tabrakan dapat dipasang pada permukaan berpenutup pada perkerasan kaku atau lentur. Untuk penerapan pada sisi jalan harus dipastikan sistem terminal dengan bantalan tabrakan dipasang di atas tapak beton dengan dimensi ruang sesuai kebutuhan kerja sistem menurut persyaratan produsen. Penempatan sistem harus pada bidang datar dengan tetap memperhatikan pengaliran air, kemiringan memanjang pada bagian telapak sistem tidak boleh lebih dari 5 % dan kemiringan melintang tidak lebih dari 2 % seperti diperlihatkan pada Gambar 17.



Gambar 17 - Kemiringan memanjang tidak lebih dari 5% dan 2% untuk melintang di depan terminal dengan bantalan tabrakan

Kinerja terminal dengan bantalan tabrakan tidak direkomendasikan pada daerah dengan pemasangan kereb. Keberadaan kereb akan berpotensi mempengaruhi trayektori kendaraan setelah menubruk sistem terminal dengan bantalan tabrakan. Penempatan terminal dengan bantalan tabrakan tidak disarankan pada permukaan dengan beda tinggi seperti trotoar atau drainase samping. Sehingga perbedaan ketinggian permukaan harus dihilangkan, jika tidak dapat dihilangkan maka perbedaan tinggi tidak lebih dari 10 sentimeter.

Penempatan sistem terminal dengan bantalan tabrakan memerlukan kebebasan ruang yang tergantung kepada kecepatan rencana dan tinggi objek bahaya yang akan dilindungi serta kelandaian jalan. Kebutuhan kebebasan ruang dari lajur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2 - Jarak bebas dari lajur lalu lintas terhadap objek bahaya

Kecepatan rencana (km/jam)	Tinggi objek	Kebebasan ruang minimum dengan potongan melintang		
		Menjauhi atau mendekati objek namun tidak lebih curam dari 2,5 % (cm)	Mengarah objek namun tidak lebih curam dari 4 % (cm)	Mengarah objek dan lebih curam dari 4 % (mm)
≤ 50	< 3 m	50	60	60
	≥ 3m	50	60	80
50 - 80	< 3 m	60	60	60
	≥ 3m	100	60	10
> 80	Semua ketinggian	100	100	100

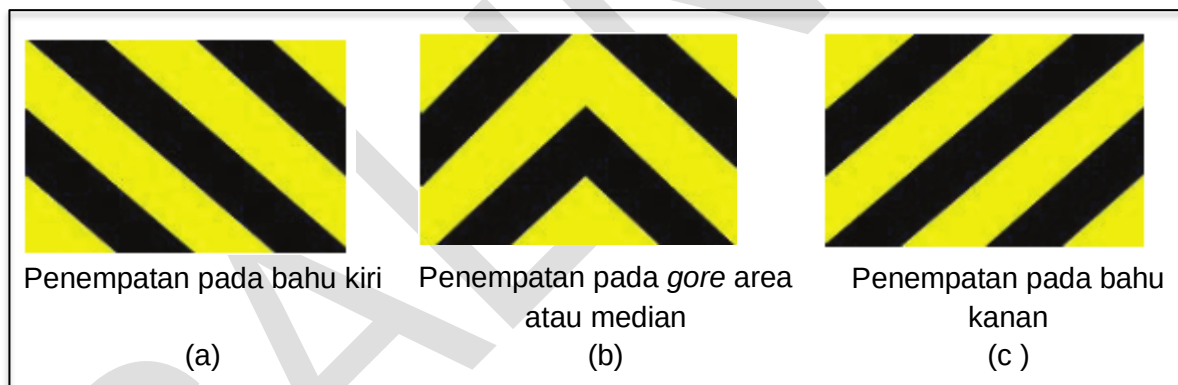
Agar terminal dengan bantalan tabrakan terlihat dengan aman oleh pengguna jalan diperlukan jarak pandang minimum yang dibedakan berdasarkan kecepatan rencana. Nilai jarak pandang disampaikan pada Tabel 2.

Tabel 3 - Jarak pandang terhadap terminal dengan bantalan tabrakan

Kecepatan rencana (km/jam)	Jarak minimum yang disarankan (m)	Jarak minimum yang harus dipenuhi (m)
120	295	215
100	215	160
85	160	120
80	145	110
70	120	90
60	90	70
50	70	50

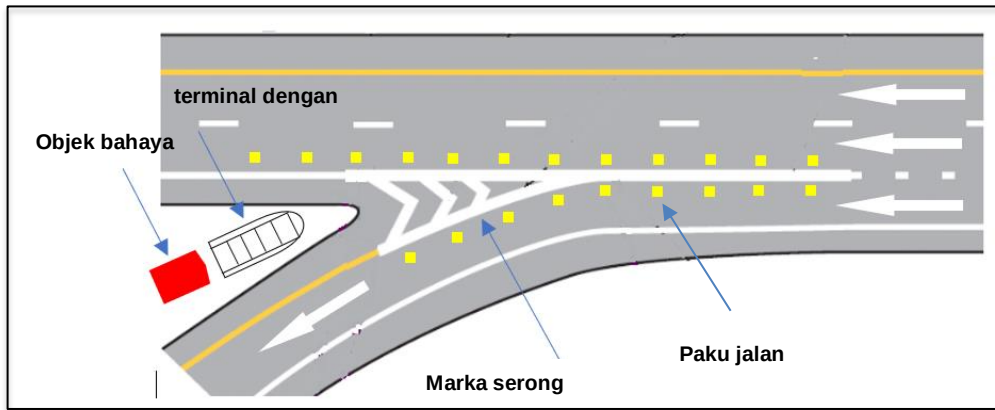
5.4. Deliniasi

Terminal dengan bantalan tabrakan harus terlihat pada malam hari dan cuaca buruk sehingga bagian hidung atau *nose* harus dipasang lapisan pemantul cahaya yang sesuai persyaratan ASTM D4956-05. Lapisan pemantul cahaya juga berfungsi sebagai pengarah pergerakan lalu lintas, pola pemandu pengarah lalu lintas diperlihatkan pada Gambar 18.



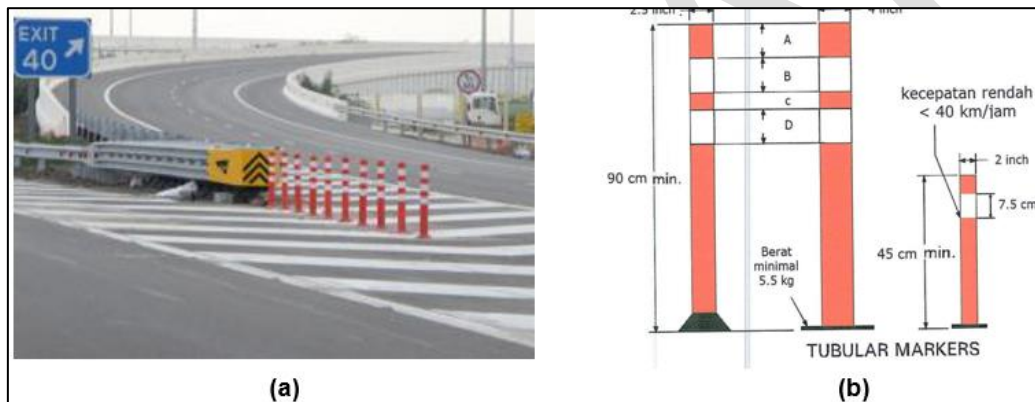
Gambar 18 - Pemantul cahaya pembagi lajur atau jalur

Deliniasi lain yang diperlukan pada area penempatan terminal dengan bantalan tabrakan untuk memastikan area dan terminal dengan bantalan tabrakan terlihat jelas oleh pengguna jalan yang mendekat antara lain marka serong, paku jalan jika dibutuhkan, dan alat pengarah lalu lintas seperti Gambar 19.



Gambar 19 - Penggunaan marka serong dengan dilengkapi paku jalan pada gore area

Apabila jarak pandang minimum tidak dapat terpenuhi, patok lalu lintas plastik harus dipasang di bagian depan dari terminal dengan bantalan tabrakan seperti diperlihatkan pada Gambar 20.

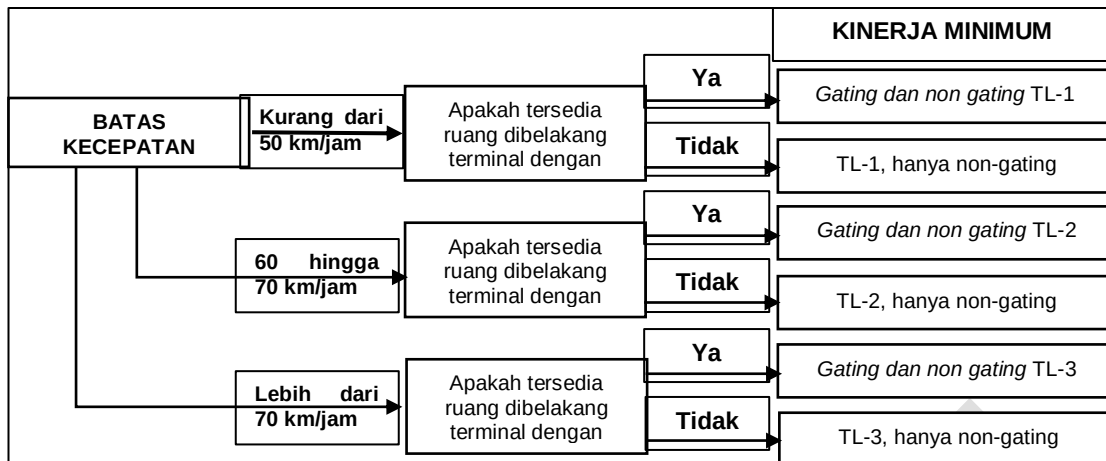


Gambar 20 - Penerapan patok lalu lintas (a) contoh alat pengarah lalu lintas (b)

5.5. Pertimbangan Pemilihan

5.5.1. Kecepatan

Pemilihan jenis terminal dengan bantalan tabrakan dipengaruhi oleh kesesuaian kemampuan sistem meredam benturan kendaraan pada kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat pengujian atau *test level* terhadap ketersediaan ruang pada lokasi rencana penerapan serta kemampuan struktur terminal dengan bantalan tabrakan. Apabila batas kecepatan yang berlaku di atas 100 km/jam (melampaui kecepatan untuk produk yang lolos *uji test level-3*) suatu produk sistem terminal dengan bantalan tabrakan harus disertai bukti pengujian tambahan pada kecepatan tersebut. Suatu pendekatan dalam penentuan kinerja minimum terminal dengan bantalan tabrakan diperlihatkan pada Gambar 21.



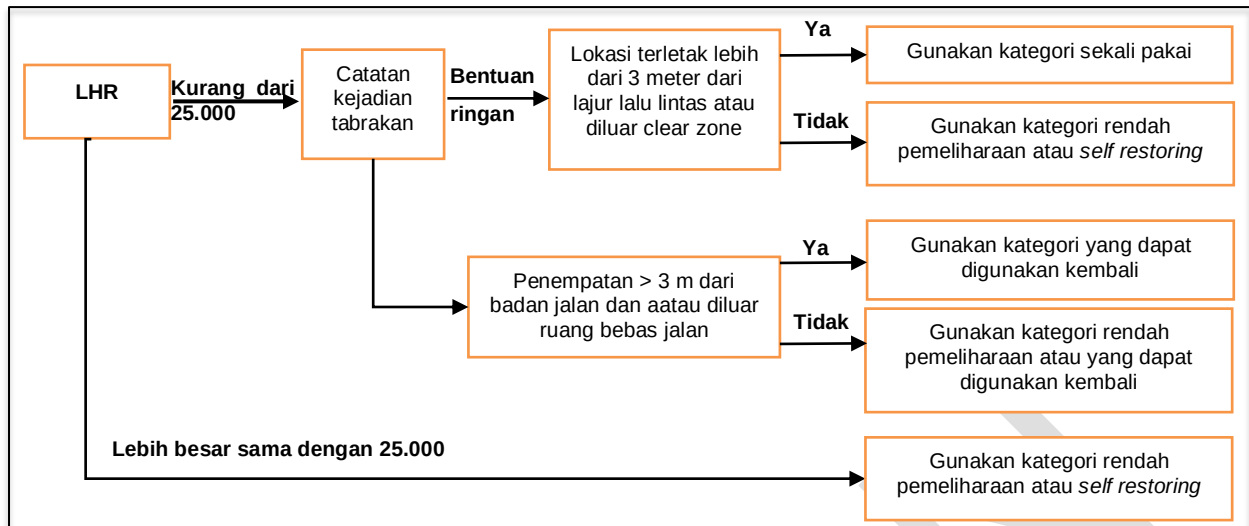
Gambar- 21 Pohon keputusan kinerja minimum terminal dengan bantalan tabrakan

Untuk penerapan terminal dengan bantalan tabrakan *Sistem gating* perlu dipastikan memiliki ketersediaan area *run-out* dengan persyaratan tidak terdapat objek bahaya dengan lebar x panjang: 6 m x 18 m; serta kemiringan lereng 1:4 atau lebih datar. Jika area *run-out* tidak dapat disediakan atau akan lebih kecil dari dimensi yang dibutuhkan, sistem *non-gating* harus digunakan

Penerapan sistem *non-gating* yang dapat mengarahkan atau *redirective* membutuhkan angkur sebagai penguat sistem agar berfungsi dengan baik. Untuk penerapan pada objek bahaya yang memiliki perbedaan lebar dengan terminal dengan bantalan tabrakan dan dapat menyebabkan celah, harus digunakan pagar transisi pada objek bahaya dengan terminal dengan bantalan tabrakan untuk menghindari kendaraan tersangkut dan mengakibatkan bertambahnya tingkat fatalitas. Untuk menjamin sistem berfungsi dengan baik harus memenuhi ketentuan kebutuhan ruang yang di atur pada Subbab 5.2.

5.5.2. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas dan jarak penempatan benturan terhadap lajur lalu lintas berpengaruh kepada peluang frekuensi bantalan tertubruk, untuk kebutuhan desain jalan baru frekuensi tertubruk dapat diasumsikan rendah, sedangkan untuk penerapan pada jalan eksiting harus didasari pada catatan kecelakaan yang pernah terjadi. Pemilihan kategori terminal dengan bantalan tabrakan akan berbeda berdasarkan lalu lintas harian rata-rata dan jarak penempatan seperti diperlihatkan pada Gambar 22.



Gambar- 22 Pohon keputusan pemilihan kategori terminal dengan bantalan tabrakan

5.5.3. Biaya

Pertimbangan biaya dalam pemilihan alternatif terminal dengan bantalan tabrakan terdiri atas biaya pengadaan, pemasangan, pemeliharaan, perbaikan/pemeliharaan, dan perbaikan. Faktor penting dalam pertimbangan pemilihan sistem terminal dengan bantalan tabrakan adalah biaya siklus hidup selama umur rencana penerapan. Kebutuhan biaya akan sangat tergantung kepada kondisi rencana penerapan serta akan berbeda beda tergantung pada produsen.

5.5.4. Pemeliharaan

Untuk memastikan sistem terminal dengan bantalan tabrakan dapat berkerja dengan baik, diperlukan pemeriksaan dan pemeliharaan. Pemeriksaan yang diperlukan adalah pemeriksaan kondisi komponen dan kelengkapan sistem yang dilakukan secara visual, apabila diperlukan dapat dilakukan penyetelan komponen sistem sesuai dengan petunjuk produsen. Frekuensi pemeriksaan dan tahapan pemeliharaan harus mengacu pada persyaratan produsen. Secara umum pemeriksaan dan pemeliharaan terdiri atas:

- Pemeriksaan awal setelah instalasi untuk memastikan sistem telah sesuai dengan persyaratan produsen dan siap bekerja; dan
- Pemeriksaan dan pemeliharaan rutin atau berkala.

Perbaikan komponen atau penggantian keseluruhan sistem dilakukan setelah terjadi tumbukan dengan kendaraan yang menyebabkan gangguan kerja sistem terminal dengan bantalan tabrakan. Penilaian kondisi untuk penggantian komponen dan keseluruhan sistem mengacu pada petunjuk dan persyaratan produsen. Pertimbangan lain yang perlu diperhatikan adalah kebutuhan waktu, personel, dan peralatan yang diperlukan untuk kegiatan pemeriksaan serta pemeliharaan.

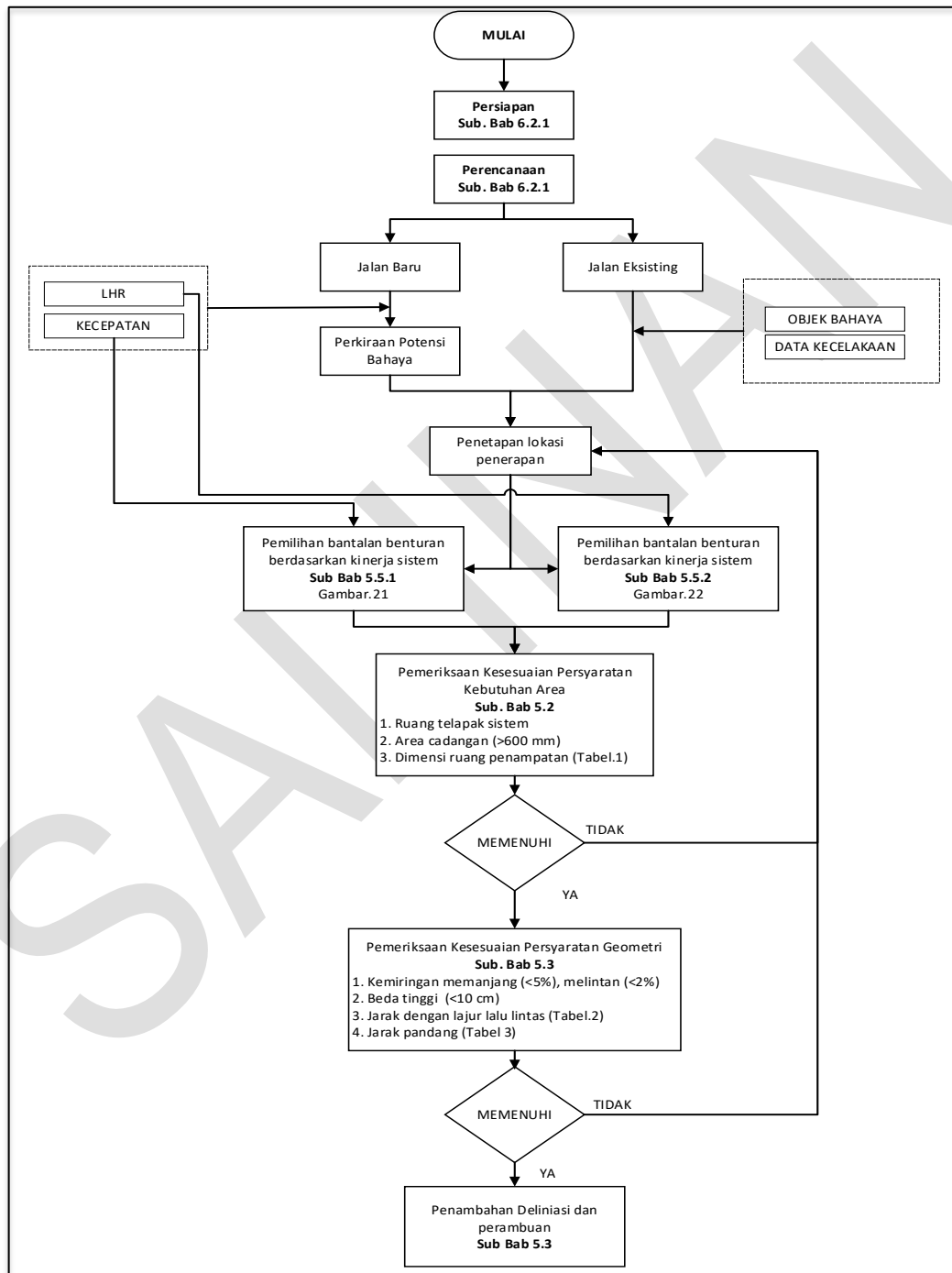
Apabila terminal dengan bantalan tabrakan telah tertubruk harus segera diperiksa untuk memastikan kelayakan sistem sesuai persyaratan produsen. Penggantian komponen atau penggantian keseluruhan sistem harus dilakukan secara cepat agar tidak mengganggu kelancaran lalu lintas dan keselamatan pengguna jalan. Kecepatan pemeriksaan,

pemeliharaan, dan penggantian akan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan bahan atau komponen yang diperlukan.

6. Tahapan dan Prosedur

6.1. Tahapan

Tahapan perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan secara garis besar diperlihatkan Gambar 23.



Gambar 23 - Tahapan perencanaan teknis terminal dengan bantalan tabrakan

6.2. Prosedur

6.2.1. Persiapan

- a. Kumpulkan data sekunder:
 - 1) LHR;
 - 2) Kecepatan;
 - 3) Kemiringan melintang perkerasan jalan;
 - 4) Jenis dan dimensi objek bahaya; dan
 - 5) Ketersediaan ruang dan rencana penempatan terhadap lajur lalu lintas.
- b. Untuk jalan baru:
 - 1) Pelajari dan periksa keberadaan area percabangan;
 - 2) Pelajari dan periksa kondisi objek bahaya sisi jalan; dan
 - 3) Gunakan LHR rencana, kecepatan rencana, dan kondisi geometri untuk memperkirakan potensi kecelakaan kendaraan lepas kendali keluar lajur lalu lintas serta untuk menentukan jenis terminal dengan bantalan tabrakan.
- c. Untuk jalan eksisting:
 - 1) Pelajari dan periksa kondisi geometri area percabangan;
 - 2) Pelajari jumlah kecelakaan pada area percabangan; dan
 - 3) Pelajari tingkat keparahan yang terjadi.

6.2.2. Perencanaan Teknis

- a. Untuk rencana teknis pada jalan baru:
 - 1) Pada area percabangan atau *gore area*, lakukan:
 - a) Pemeriksaan geometri sekitar rencana penerapan;
 - b) Gunakan pohon keputusan untuk awal penentuan terminal dengan bantalan tabrakan menggunakan kinerja minimum pada Gambar 21 berdasarkan batas kecepatan rencana;
 - c) Karena jalan baru belum memiliki catatan kecelakaan, gunakan asumsi berdasarkan risiko kecelakaan bahwa kecelakaan yang mungkin terjadi adalah jarang;
 - d) Tentukan kategori terminal dengan bantalan tabrakan dengan menggunakan Gambar 22 menurut LHR rencana dan jarak penempatan terminal dengan bantalan tabrakan dari lajur lalu lintas;
 - e) Pastikan ukuran lebar dan bentuk terminal dengan bantalan tabrakan dengan lebar objek bahaya; dan
 - f) Ukur area rencana penempatan terminal dengan bantalan tabrakan pada *gore area*, gunakan Tabel 2.
 - 2) Untuk objek sisi jalan lakukan:
 - a) Pemeriksaan keberadaan, jenis, dan jumlah objek bahaya sisi jalan;
 - b) Gunakan pohon keputusan untuk awal penentuan terminal dengan bantalan tabrakan menggunakan kinerja minimum pada Gambar 21 berdasarkan batas kecepatan rencana;
 - c) Tentukan kategori terminal dengan bantalan tabrakan dengan menggunakan Gambar 22 menurut LHR rencana dan jarak penempatan terminal dengan bantalan tabrakan dari lajur lalu lintas; dan

- d) Untuk penggunaan terminal dengan bantalan tabrakan sistem *gating* atau dapat dilalui, pastikan ketersediaan area di samping terminal dengan bantalan tabrakan. Pastikan tidak terdapat rencana penempatan struktur lain yang berbahaya serta penyediaan fasilitas pejalan kaki.

6.2.3. Penerapan

- a. Untuk penerapan pada jalan baru
 - 1) Untuk area percabangan atau *gore area*:
 - a) Pastikan kemiringan melintang jalan rencana tidak lebih dari 4%;
 - b) Buat tapak sistem terminal dengan bantalan tabrakan rencana dan pastikan ketersediaan area cadangan antara terminal dengan bantalan tabrakan dengan objek bahaya;
 - c) Periksa jarak pandang dari tapak terminal dengan bantalan tabrakan terhadap titik awal perubahan geometri (bagian tangen/lurus);
 - d) Apabila jarak pandang tidak terpenuhi gunakan patok lalu lintas mudah runtuh pada bagian depan terminal dengan bantalan tabrakan;
 - e) Buat pola marka serong dan rencana deliniasi lain yang diperlukan; dan
 - f) Apabila ruas jalan dapat dilalui sepeda motor, gunakan kerucut lalu lintas pada bagian area sisi terminal dengan bantalan tabrakan untuk mempertegas keberadaan terminal dengan bantalan tabrakan.
 - 2) Untuk objek bahaya sisi jalan
 - a) Lakukan tahapan poin a) sampai dengan poin e) pada *gore area*;
 - b) Untuk penggunaan terminal dengan bantalan tabrakan sistem *gating* atau dapat dilalui, pastikan ketersediaan area di samping terminal dengan bantalan tabrakan. Pastikan tidak terdapat rencana penempatan struktur lain yang berbahaya serta penyediaan fasilitas pejalan kaki; dan
 - c) Apabila ketersediaan area bebas tidak dapat terpenuhi gunakan sistem *non-gating non-redirective*.
- b. Untuk rencana penerapan pada jalan eksisting.
 - 1) Gunakan tahapan yang sama seperti pada bagian 6.2.3. a. tahapan poin a) sampai dengan poin e);
 - 2) Yang perlu disesuaikan adalah dalam penentuan kinerja minimum dan kategori terminal dengan bantalan tabrakan yang akan digunakan adalah catatan kejadian kecelakaan; dan
 - 3) Untuk melengkapi sistem terminal dengan bantalan tabrakan gunakan tahapan pada bagian 6.2.3. a. tahapan poin f).

6.3. Pemeliharaan

Pemeliharaan sistem terminal dengan bantalan tabrakan diperlukan agar umur layanan sistem dapat terpenuhi, beberapa faktor berpengaruh terhadap kondisi dan kinerja sistem terminal dengan bantalan tabrakan antara lain:

- a. Faktor lingkungan cuaca, emisi kendaraan dan iklim;
- b. Frekuensi tumbukan dengan kendaraan; dan
- c. Tingkat kerusakan akibat tumbukan dengan kendaraan.

Pemeliharaan sistem akan berbeda tergantung pada desain dan komponen terminal dengan bantalan tabrakan dan harus sesuai dengan petunjuk serta persyaratan produsen. Secara umum pemeliharaan rutin yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Untuk menjaga keterlihatan terminal dengan bantalan tabrakan, dilakukan pembersihan permukaan struktur dari kotoran dan emisi kendaraan;
- b. Memastikan tidak terdapat sampah atau kotoran pada bagian bawah dari sistem yang dapat memperngaruhi kerja sistem; dan
- c. Pemeriksaan kelengkapan dan kondisi komponen seperti baut/mur pengikat kencangkan apabila longgar akibat getaran atau benturan, *setting* ulang komponen apabila diperlukan.

SALINAN

Bibliografi

- AASTHO, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 7th Edition 444 North Capitol Street, NW, Suite 249 Washington, DC 20001 Publication Code: GDHS-6, ISBN: 978-1-56051-508-1, 2018
- AASTHO, *Manual Assessing Safety Hardware Second Edition*, North Capitol Street, NW, Suite 249 Washington, DC 20001 Publication Code: MASH-2, ISBN: 978-1-56051-655-1, 2016
- Austroroads, *Guide to Road Design Part 6: Roadside Design, Safety and Barriers*, Second Edition August 2010
- British Standard, *Road restraint systems- Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions*, EN 1317-3:2000. May 2000
- Department of Municipal Affairs and Transport, *Road Side Design (TR-518)*, Government Of Abu Dhabi, First Edition -December 2016
- Iowa Department of Transportation, *Crash Cushion Selection Criteria*, Institute for Transportation, InTrans Project 15-545, Iowa State University 2711 South Loop Drive, Suite 4700 Ames, IA 50010-8664, September 2017
- State of Tennessee, *Regarding Crash Cushion Design*, Departemen of Transportation Design Division, 13 February 2012
- Wisconsin Department of Transportation, *Guidelines For Crash Cushion Selection*, MwRSF Research Report No. TRP-03-252-12 (revised), 4802 Sheboygan Avenue Madison, Wisconsin 53707, June 19, 2013

Daftar Penyusun dan Unit Kerja Pemrakarsa

No.	Nama		Unit Kerja
1.	Pemrakarsa	Balai Sistem Jaringan dan Lingkungan Jalan, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum	
2.	Koordinator	Wahyu Supriyo Winurseto, S.T., M.Eng.	Kepala Balai Sistem Jaringan dan Lingkungan Jalan
3.	Penyusun	Untung Cahyadi, S.T., M.T.	Balai Sistem Jaringan dan Lingkungan Jalan
		Wira Putranto, S.T., M.T.	Balai Sistem Jaringan dan Lingkungan Jalan
		Andri Yuniardi, S.T., M.M.	Balai Sistem Jaringan dan Lingkungan Jalan
		Rustijan, S.T., M.T.	Balai Sistem Jaringan dan Lingkungan Jalan
4.	Editor Naskah	Subdirektorat Teknologi dan Peralatan Infrastruktur Bina Marga, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan	

Lampiran 1
(Informatif)
Standar Pengujian Kinerja

Tabel 4 - Tingkat pengujian menggunakan metode MASH

Tingkat Pengujian (Test Level)	Jenis Kendaraan Uji	Kondisi Pengujian	
		Kecepatan (km/j)	Sudut (derajat)
1	1100C (Kendaraan penumpang) 2270P (<i>Pickup</i>)	50	25
		50	25
2	1100C (Kendaraan penumpang) 2270P (<i>Pickup</i>)	70	25
		70	25
3	1100C (Kendaraan penumpang) 2270P (<i>Pickup</i>)	100	25
		100	25
4	1100C (Kendaraan penumpang) 2270P (<i>Pickup</i>) 10000S (Truk)	100	25
		100	25
		90	15
5	1100C (Kendaraan penumpang) 2270P (<i>Pickup</i>) 36000S (<i>Trailer</i>)	100	25
		100	25
		80	15
6	1100C (Kendaraan penumpang) 2270P (<i>Pickup</i>) 36000S (<i>Trailer</i>)	100	25
		100	25
		80	15

Sumber: FHW