

Evaluasi Perlintasan Sebidang atau *Level Crossing* (Studi Kasus: Bandung Raya)

Yongki Alexander Tanne¹, Herdiana Safira¹, Oktorius Tri Rezeki Z¹, Resma Meilani¹, Sinta Afifah Kurnia A¹

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Komputer Indonesia, Bandung, Indonesia¹

*) Corresponding author: yongki.email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Perlntasan sebidang antara jalan raya dan rel kereta api atau *level crossing* banyak ditemukan di Indonesia, salah satunya di wilayah Bandung Raya. *Level crossing* tidak hanya berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas antara kereta api dan kendaraan namun juga kecelakaan tunggal khususnya pengendara sepeda motor sebagai akibat dari perbedaan elevasi antara permukaan jalan dan rel yang tidak sesuai standar. Untuk itu, penelitian ini melakukan evaluasi mengenai kondisi *level crossing*, serta memberikan saran perbaikan terkait aspek teknis, peraturan serta memberikan usulan penggunaan teknologi. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan referensi yang relevan sesuai dengan topik bahasan serta ditambah dengan pengamatan lapangan yang kemudian dianalisis secara kualitatif untuk membandingkan antara kondisi ekisting dan kondisi ideal. Dari aspek teknis, kondisi perkerasan yang buruk menyebabkan perbedaan elevasi antara rel kereta dan permukaan jalan sehingga berpotensi menyebabkan kecelakaan. Hal ini diperparah dengan kondisi alinyemen horisontal pada beberapa perlntasan yang bersudut kurang dari 90°. Dari aspek peraturan, komponen perkerasan jalan dan rel berada pada kewenangan pihak yang berbeda. Hal ini diindikasikan menjadi penyebab operasional dan pemeliharaan *level crossing* yang kurang efisien. Dengan demikian, diusulkan beberapa jenis teknologi untuk peningkatan kualitas *level crossing*, antara lain: *Rubber Crossing Panels*, *Prefabricated Modular Crossings*, *Continuous Welded Rail* dan *Fiberglass Reinforced Polymer*. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan kepada para pemangku kepentingan termasuk pada peneliti untuk menganalisis lebih jauh mengenai peningkatan kualitas *level crossing* terutama dalam konteks operasional dan perawatan.

Kata Kunci: Perlntasan Sebidang, Keselamatan Lalu Lintas, Perkerasan Jalan, Teknologi Jalan.

ABSTRACT

Level crossings between highways and railway tracks are often found in Indonesia, one of which is in the Greater Bandung area. Level crossings not only have the potential to cause traffic accidents between trains and vehicles but also single accidents, especially for motorcyclists, due to elevation differences between road and rail surfaces that do not comply with standards. For this reason, this research evaluates the condition of level crossings and provides suggestions for improvements related to technical aspects, regulations and provides suggestions for the use of technology. Literature studies were carried out to collect relevant references according to the topic of discussion. They were supplemented with field observations which were then analyzed qualitatively to compare existing conditions and ideal conditions. From a technical aspect, poor pavement conditions cause elevation differences between the train tracks and the road surface, potentially causing accidents. This is exacerbated by the horizontal alignment conditions at several crossings which have angles of less than 90°. From a regulatory aspect, road and rail pavement components are under the authority of different parties. This indicates the result of inefficient operation and maintenance of level crossings. Thus, several types of technology are proposed to improve the quality of level crossings, including: Rubber Crossing Panels, Prefabricated Modular Crossings, Continuous Welded Rail and Fiberglass Reinforced Polymer. It is hoped that this research can provide input to stakeholders, including researchers, to further analyze improving the quality of level crossings, especially in the context of operations and maintenance.

Keywords: *Level Crossing, Road Safety, Road Pavement, Road Technology.*

1 PENDAHULUAN

Perlntasan sebidang antara kereta api dan jalan raya, atau yang dikenal dengan *level crossing*, banyak ditemukan di kota-kota besar dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi di Indonesia. Kondisi tersebut

berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas antara kereta api dengan kendaraan roda dua maupun roda empat, baik yang diakibatkan oleh perilaku pengendara [1] maupun kondisi rambu perlntasan yang kurang memadai [2], [3]. Namun, terjadi permasalahan lain

yang mungkin luput dari perhatian para pemangku kepentingan maupun akademisi yaitu potensi kecelakaan kendaraan roda dua akibat perbedaan elevasi antara rel kereta dan permukaan jalan pada perlintasan sebidang serta kerusakan perkerasan pada perlintasan sebidang (Gambar 1). Selain itu, kondisi tersebut menghambat kecepatan lalu lintas sehingga memicu terjadinya kemacetan lalu lintas khususnya di kota besar dengan lalu lintas padat.

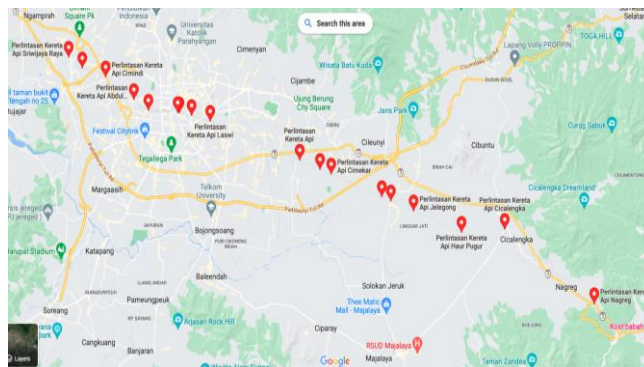


Gambar 1. Perbedaan Ketinggian dan Kerusakan Perkerasan pada *Level Crossing*

Perencanaan dan perancangan geometri jalan rel dilakukan dengan memperhatikan faktor keamanan dan kenyamanan pengguna. Untuk itu, perlintasan sebidang idealnya didesain untuk satu jalur kereta saja [4]. Namun hal tersebut sulit direalisasikan mengingat kebutuhan jalan rel yang meningkat. Oleh karena itu, pada pasal 75 Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian menyatakan bahwa “Perpotongan jalur kereta api dengan jalan dibuat tidak sebidang” [5]. Aturan tersebut telah diterapkan di beberapa kota di Indonesia, namun demikian, masih banyak titik perlintasan sebidang, contohnya di wilayah Bandung Raya (Kota Bandung, Kabupaten Bandung dan Cimahi).

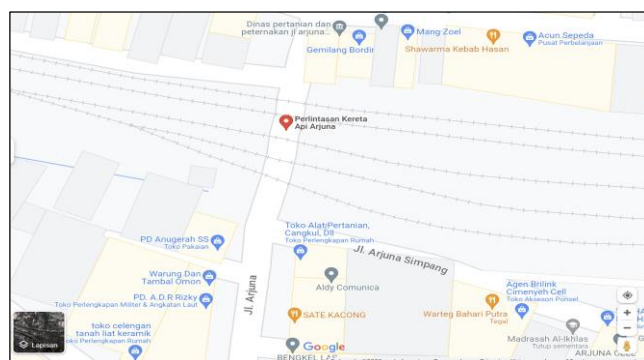
Penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang berkaitan dengan perlintasan sebidang untuk menjaga keamanan dan kenyamanan pengguna, mengingat jumlah perlintasan sebidang yang cukup signifikan di wilayah Bandung Raya yang perlu menjadi perhatian utama dalam upaya meningkatkan keselamatan transportasi di daerah ini. Berikut adalah gambaran kurang lebih 20 titik perlintasan sebidang

yang ada di wilayah Bandung Raya (Gambar 2) yang membentang dari Cimahi hingga Nagreg.



Gambar 2. Lokasi Perlintasan Sebidang (*Level Crossing*) di wilayah Bandung Raya

Salah satu contoh perlintasan sebidang dengan lebih dari satu rel adalah seperti yang terjadi di Jl. Arjuna, Kota Bandung dimana terdapat tiga jalur kereta api yang bertemu pada satu persimpangan, seperti yang terlihat dalam Gambar 3. Kondisi cuaca hujan dapat menjadi pemicu potensi kecelakaan karena perlintasan sebidang dapat menjadi licin dalam kondisi tersebut, apalagi untuk kasus dimana rel kereta yang lebih dari satu. Tingginya curah hujan juga berpotensi menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan.



Gambar 3. Jalur Rel Pada Perlintasan Kereta Api Jalan Arjuna

Banyaknya perlintasan sebidang di Indonesia, khususnya di wilayah Bandung Raya memberikan dampak terhadap kegiatan lalu lintas karena perlintasan sebidang merupakan lokasi titik rawan dan penyebab potensi kecelakaan. Contoh kejadian yang tercatat antara lain di Kampung Melayu, Cicalengka. Kabupaten Bandung pada Maret 2016, yang dalam sehari terjadi lebih dari 10 pengendara kendaraan bermotor roda dua yang terjatuh saat melintasi simpangan jalan dan rel [6]. Sebelumnya, pada November 2014, pengendara sepeda motor di Cimindi, Kota Cimahi yang terjatuh akibat tergelincir ketika melintasi perlintasan rel kereta [7]. Belum lagi kejadian-kejadian lain yang luput dari perhatian media berita. Secara umum kasus-kasus tersebut terjadi karena elevasi rel tidak setara dengan perkerasan

jalannya. Idealnya kondisi jalan dengan rel sebaiknya setara, namun karena kerusakan perkerasan jalan yang menyatu dengan posisi rel kereta kemudian menyebabkan potensi kecelakaan lalu lintas yang diperparah jika terjadi pada saat hujan dan jalanan basah, seperti pada contoh Gambar 4.



Gambar 4. Contoh Kasus Kecelakaan Perlindungan Sebidang

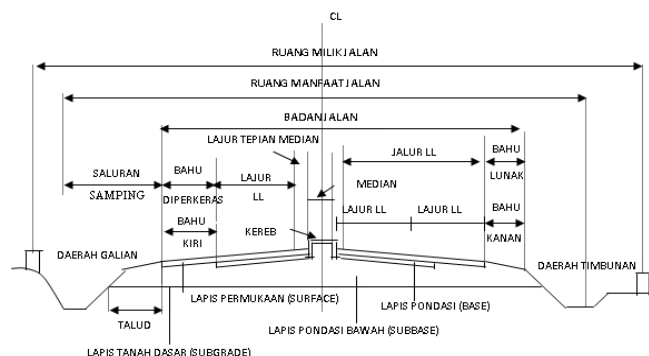
Oleh karena itu, penelitian ini memberikan gambaran lebih lanjut mengenai kondisi *level crossing*) melalui studi literatur dan pengamatan sekaligus memberikan saran perbaikan terkait: 1) aspek teknis, khususnya yang berkaitan dengan teknik sipil yang meliputi aspek perkerasan dan geometri; 2) analisis peraturan mengenai *stakeholder* terkait serta posisi kewenangannya dalam komponen *level crossing*; dan 3) Penggunaan teknologi pada *level crossing*, sehingga memberikan *gap analysis* antara kondisi ideal dan implementasi di lapangan. Dengan demikian permasalahan mengenai *level crossing* dapat dipahami dengan baik dan memberikan usulan solusi yang efektif. Sejauh pemahaman peneliti, penelitian ini merupakan yang pertama di Indonesia yang membahas mengenai permasalahan operasional *level crossing*. Penelitian terdahulu yang dilakukan masih berfokus pada aspek keselamatan dari operasional perlintasan sebidang [1]–[3] dan belum mengarah pada detail teknis perkerasan dan geometri *level crossing*. Untuk itu, penelitian diharapkan menjadi pionir pengembangan penelitian mengenai *level crossing* di Indonesia sekaligus memberikan masukan kepada pihak yang berkepentingan, khususnya dalam rangka pengelolaan dan perawatan perlintasan sebidang untuk peningkatan kenyamanan dan keamanan masyarakat khususnya pengguna jalan.

2 STUDI LITERATUR

2.1 Penampang Melintang Jalan

Penampang melintang suatu jalan adalah proyeksi/potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang tersebut dapat dilihat bagian-bagian jalan. Bagian-bagian jalan tersebut meliputi Ruang Manfaat Jalan, Ruang Milik Jalan, dan Ruang

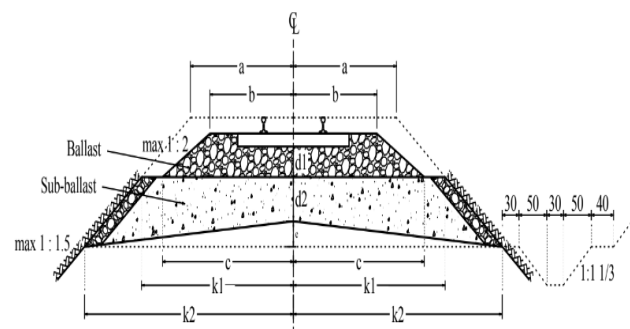
Pengawasan Jalan. Gambar 4 memperlihatkan bagian-bagian jalan tersebut sesuai dengan UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan [8].



Gambar 5. Penampang Melintang Jalan

2.2 Penampang Melintang Rel

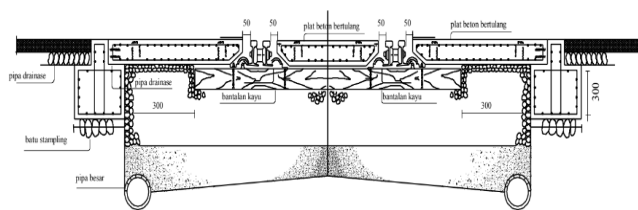
Penampang melintang jalan rel adalah potongan pada jalan rel, dengan arah tegak lurus sumbu jalan rel, di mana terlihat bagian-bagian dan ukuran-ukuran jalan rel dalam arah melintang. Detailnya dapat dilihat pada Gambar 6, sesuai aturan yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Perhubungan NO. 60 Tahun 2012 [9].



Gambar 6. Penampang Melintang Jalan Rel

2.3 Level Crossing

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 94 Tahun 2018 tentang Peningkatan Keselamatan Perlindungan Sebidang Antara Jalur Kereta Api Dengan Jalan [10] pada pasal 1 disebutkan perlintasan sebidang adalah perpotongan antara jalan dengan jalur kereta api. Perlintasan sebidang dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu perlintasan sebidang dengan pintu dan perlintasan sebidang yang tidak jaga [11]. Secara detail, aturan mengenai desain struktural dari perlintasan sebidang telah diatur pada Peraturan Dinas PJKA Tahun 1986 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



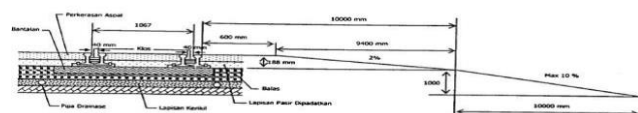
Gambar 7. Desain Penampang Melintang Perlintasan Sebidang Dengan Plat Beton

2.3.1 Persyaratan Level Crossing

Menurut Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta Api [12], [13] persyaratan perlintasan sebidang antara jalan rel dan jalan raya sebagai berikut:

1. Permukaan jalan harus satu level dengan kepala rel dengan toleransi 0,5 cm
2. Terdapat permukaan datar sepanjang 60 cm diukur dari sisi terluar jalan rel
3. Maksimum gradien untuk dilewati kendaraan dihitung dari titik tertinggi di kepala rel sebagaimana dalam lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini adalah sebesar 2% diukur dari sisi terluar permukaan datar sebagaimana dimaksud dalam butir 2 untuk jarak 9,4 meter dan sebesar 10% untuk 10 meter berikutnya dihitung dalam butir 1 sebagai gradien peralihan.
4. Lebar perlintasan untuk satu jalur maksimum 7 meter.
5. Sudut perpotongan antara rel dengan jalan raya sekurang-kurangnya 90 derajat dan panjang jalan yang lurus minimal harus 150 meter dari jalan rel.
6. Harus dilengkapi rel lawan atau konstruksi lain untuk tetap menjamin adanya alur untuk roda kereta.

Gambaran detail mengenai persyaratan di atas dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kemiringan Jalan Pada Perlintasan Jalan Dengan Jalur Kereta Api

2.3.2 Teknologi Perlintasan Sebidang

Pemasangan panel karet di jalur kereta api panel karet ini dipasang tepat di sebelah badan rel, dan dirancang agar sesuai dengan semua jenis sistem pengencangan (sistem pengencangan elastis atau kaku). Perlintasan karet terdiri dari sejumlah balok karet yang dipasang secara paralel dengan rel kereta api dan membentuk

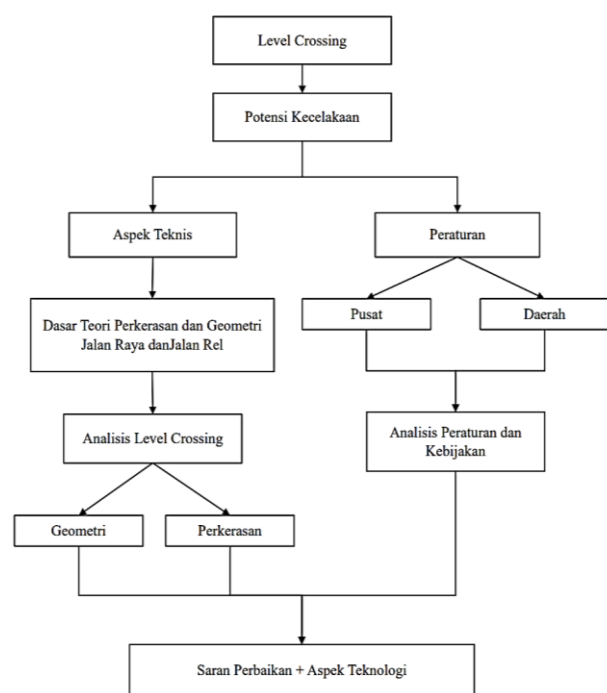
lintasan yang rata dengan permukaan jalan raya. Keuntungan dari panel karet adalah aplikasi pada setiap kategori jalan, transportasi sederhana dan instalasi sederhana dan cepat, penghapusan sederhana dan akses mudah ke elemen suprastruktur kereta api, isolasi listrik rel, pengurangan emisi kebisingan dan getaran, desain permukaan atas panel meningkatkan ketahanan selip roda, umur panjang [14].

Pemasangan jalur kereta api menggunakan beton pracetak merupakan salah satu bahan konstruksi utama yang digunakan untuk membangun perlintasan sebidang rel kereta dan jalan raya. Beton pracetak ini dibuat dengan bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil, dan air yang dicampur dan dicetak di pabrik. Kemudian, beton pracetak ini dipasang di lokasi perlintasan sebidang. Dimensi pelat beton tergantung pada beban lalu lintas. Perhatian khusus harus diberikan pada pemeliharaan pelat ini untuk menghindari berbagai jenis kerusakan misalnya retak, kerusakan sambungan dan permukaan atas, terjadinya lubang balas di bawah bantalan [14].

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Gambar 9 memberikan gambaran mengenai kerangka pikir dari penelitian ini sekaligus menunjukkan lingkup dan urutan penelitian. Dimulai dari tahap persiapan yang berupa studi pendahuluan dan pengamatan lapangan mengenai latar belakang penelitian, studi literatur mengenai peraturan dan penelitian terkait dan analisis serta pembahasan secara kualitatif berdasarkan literatur dan peraturan yang telah dikaji untuk memperoleh jawaban atas tujuan penelitian.



Gambar 9. Kerangka Pikir Penelitian

3.2 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan penelitian ini meliputi beberapa kegiatan seperti: Pengamatan lapangan dan pencarian mengenai riwayat permasalahan pada *level crossing*. Berdasarkan literatur yang telah dilakukan, didapatkan beberapa permasalahan yang terjadi akibat perlintasan sebidang (*level crossing*). Adapun permasalahan yang terjadi seperti kecelakaan akibat rusaknya perkerasan pada perlintasan sebidang, dan ditambah dengan cuaca yang buruk (hujan) mengakibatkan potensi kecelakaan semakin tinggi.

3.3 Studi Literatur

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan referensi yang diperoleh melalui buku, paper penelitian, regulasi ataupun artikel yang berkaitan dengan penelitian mengenai aspek teknis yang meliputi penampang melintang dan *level crossing*. Selanjutnya dilakukan studi mengenai regulasi yang terkait dengan wewenang terhadap tanggung jawab pada *level crossing* yang berada dibawah yurisdiksi instansi pemerintah terkait baik di pusat maupun daerah seperti Kementerian perhubungan, Direktorat Jenderal Kereta Api, PT. KAI, dan Pemerintah Daerah. Selain itu, studi dikembangkan untuk mencari solusi permasalahan *level crossing* yang terjadi di luar negeri khususnya yang melibatkan teknologi.

3.4 Metode Analisis

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa analisis diantaranya: evaluasi geometri penampang melintang jalan dan rel kereta api, evaluasi perkerasan perlintasan

sebidang, evaluasi terhadap peraturan tentang pembagian wewenang dan implementasi terkait perlintasan sebidang, dan evaluasi teknologi terhadap teknologi perlintasan sebidang. Analisis dilakukan secara kualitatif berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan untuk memperoleh gap antara literatur teknis dan peraturan/regulasi terkait dengan implementasi di lapangan sebagai bahan evaluasi teknis *level crossing* di Indonesia.

4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

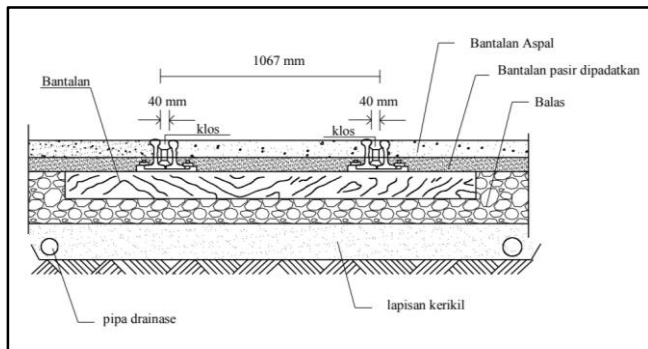
4.1 Analisis Teknis

4.1.1 Aspek Perkerasan *Level Crossing*

Pada kondisi nyata di lapangan, kerusakan pada *level crossing* dapat terjadi karena beberapa faktor [15] seperti:

1. Kelebihan beban lalu lintas yang melewati perlintasan sebidang sehingga menjadi penyebab kerusakan perkerasan jalan.
2. Pemeliharaan yang kurang efektif seperti penggantian rel yang aus atau lubang pada level crossing, dapat mengakibatkan penurunan kualitas perkerasan dan memungkinkan kerusakan yang lebih parah.
3. Faktor cuaca juga berperan penting dalam menyebabkan kerusakan pada level crossing. Perubahan suhu ekstrim dapat melemahkan perkerasan dan menyebabkan retakan yang dapat mengubah dimensi serta deformasi.
4. Peningkatan volume lalu lintas yang tidak diantisipasi dengan perencanaan yang tepat juga dapat menjadi faktor penyebab kerusakan. Jika lalu lintas meningkat secara signifikan dan tidak ada perencanaan yang memadai untuk mengatasi lonjakan ini, hal ini dapat menyebabkan keausan yang lebih cepat dan bahkan kerusakan struktural pada level crossing.

Kondisi kerusakan perkerasan pada level crossing kemudian diperparah dengan lemahnya sistem perbaikan atau perawatan perkerasan jalan di Indonesia. Padahal, ditinjau dari persyaratan desain perlintasan sebidang, permukaan jalan tidak boleh lebih tinggi atau lebih rendah dengan kepala rel, dengan toleransi 0,5 cm [16]. Kenyataannya, kondisi di lapangan menunjukkan perbedaan tinggi antara rel dan jalan melebihi toleransi yang ditetapkan. Secara umum, elevasi permukaan jalan biasanya lebih rendah dari elevasi bantalan rel kereta api sehingga menyulitkan untuk dilalui kendaraan, terutama kendaraan roda dua. Perbedaan elevasi tersebut diperparah dengan kerusakan pada perkerasan jalan. Idealnya pertemuan antara perkerasan jalan dan kepala rel kereta api harus sejajar, seperti pada Gambar 10 [17].



Gambar 10. Kondisi Ideal Potongan melintang *level crossing*

Potensi permasalahan mengenai perkerasan perlintasan sebidang dapat dibatasi dengan membangun jembatan atau terowongan untuk memisahkan lalu lintas kereta api dan jalan raya. Namun, ini adalah solusi yang mahal dan memerlukan perencanaan yang matang [18] karena masih banyak titik perlintasan sebidang sehingga biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan jembatan atau terowongan akan sangat besar dan perlu dipertimbangan kelayakannya. Dengan demikian, perhatian khusus perlu diberikan oleh pemangku kepentingan dalam hal perawatan *level crossing* yang efektif dan efisien.

Perbedaan ketinggian antara permukaan jalan dan rel kereta api juga harus diperhatikan. Jika perbedaan ketinggian signifikan, perlu dilakukan pengubahan atau pengaturan tambahan, seperti membangun landasan penyeberangan, untuk memastikan kelancaran lintasan kendaraan di perlintasan [19]. Contoh perkerasan yang baik pada *level crossing* dapat dilihat pada gambar 11 yang berlokasi di Jalan Gedebage Selatan, Kota Bandung.

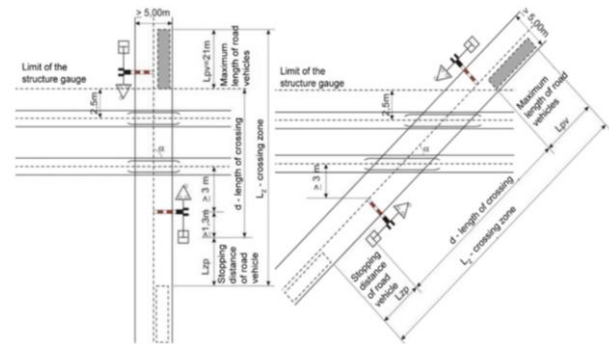


Gambar 11. Contoh Perkerasan Pada *Level Crossing*

4.1.2 Aspek Geometri *Level Crossing*

Aspek geometri yang ditinjau pada *level crossing* ini difokuskan pada analisis alinyemen horisontal. Sudut Persimpangan yang merupakan sudut di mana rel kereta api memotong jalan raya merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam geometri perlintasan sebidang. Sudut yang curam dapat mempengaruhi pengemudi dan meningkatkan risiko kecelakaan [19], [20]. Perlintasan sebidang idealnya

didesain dengan sudut persimpangan 90° dengan toleransi tidak kurang dari 60° , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Geometri Perlintasan Sebidang Dengan Sudut Persimpangan: $a = 90^\circ$ (kiri) dan $a < 90^\circ$ (kanan)

Namun demikian, kondisi di lapangan menunjukkan potensi kecelakaan yang cukup besar jika sudut persimpangan kurang dari 90° terutama jika ditambah dengan kondisi lintasan yang licin akibat hujan dan diperparah dengan kondisi perkerasan yang rusak dan menimbulkan perbedaan elevasi (Gambar 4 dan Gambar 13). Berdasarkan pengamatan *google maps*, beberapa titik *level crossing* yang ada di Bandung Raya memiliki sudut persimpangan kurang dari 90° antara lain Cimindi, Cikudapateuh, Kiara Condong, dll. Oleh karena itu, perlu dipastikan kualitas perkerasan yang baik dan menjaga perbedaan elevasi antara permukaan perkerasan jalan dan rel untuk mengurangi risiko kecelakaan khususnya pada titik *level crossing* dengan sudut persimpangan yang kurang dari 90° .



Gambar 13. Geometri *Level Crossing* Cimindi

4.2 Analisis Peraturan dan Kewenangan Stakeholder

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 94 Tahun 2018 tentang kewenangan kegiatan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang [10] pada Pasal 37 memuat ketentuan mengenai kewenangan kegiatan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang atau *level crossing*. Kewenangan kegiatan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang diberikan kepada Kementerian

Perhubungan, pemerintah daerah, serta PT. Kereta Api Indonesia (Persero). Kementerian Perhubungan bertanggung jawab untuk merumuskan kebijakan, mengawasi, dan melakukan evaluasi terhadap kegiatan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang. Pemerintah daerah bertanggung jawab untuk melaksanakan kegiatan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang di wilayahnya, termasuk dalam hal perencanaan, penganggaran, pelaksanaan, dan pemeliharaan. PT. Kereta Api Indonesia (Persero) bertanggung jawab untuk melaksanakan kegiatan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang yang terletak di lintas kereta api yang dikelolanya. Berdasarkan peraturan yang diatas, pada pasal 49, berikut adalah pembagian wewenang dari operasional dan pemeliharaan komponen *level crossing* di Indonesia (Tabel 1).

Tabel 1. Pembagian Kewenangan pada Komponen Utama Level Crossing

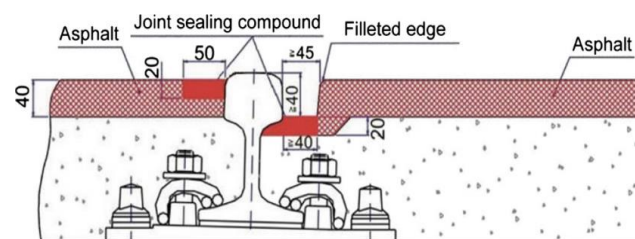
No.	Komponen Level Crossing	Stakeholder Berwenang
1.	Perkerasan Jalan	Pemerintah pusat atau daerah, tergantung pada kelas jalan dimana lokasi <i>level crossing</i> berada.
2.	Jalan Rel	PT. KAI (Persero).
3.	Persinyalan	PT. KAI (Persero).

Tabel diatas menunjukkan pembagian wewenang pada komponen utama *level crossing*. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya inefisiensi dalam pengelolaan, operasional dan pemeliharaan dari level crossing. Sebagai contoh, perkerasan *level crossing* tidak efisien jika dilakukan dengan perkerasan jalan biasa karena komponen beban yang dipikul oleh *level crossing* berbeda dari jalan biasa. Untuk itu, disarankan agar operasional level crossing terutama pada komponen perkerasan jalan, rel dan persinyalan diserahkan kepada salah satu pihak yaitu PT. KAI (Persero) sehingga dapat dilakukan program pemeliharaan yang efisien, mengakomodasi permasalahan mengenai perkerasan dan geometri *level crossing* yang pada akhirnya memberikan pelayanan yang baik bagi masyarakat pengguna jalan. Tentunya usulan ini perlu diikuti dengan pembagian tanggung jawab yang baik terutama terkait dengan pembiayaan.

4.3 Penggunaan Teknologi pada Level Crossing

Selain analisis mengenai aspek teknis dan peraturan mengenai perlintasan sebidang, penelitian ini juga mencoba untuk melihat beberapa teknologi yang berpotensi diterapkan pada *level crossing* di Indonesia.

Teknologi dalam perlintasan sebidang telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, dengan berbagai inovasi yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan daya tahan infrastruktur ini. Beberapa teknologi dalam perlintasan sebidang adalah *Rubber Crossing Panels*, yang menggunakan bahan karet tahan lama untuk permukaan perkerasan, mengurangi getaran dan kebisingan serta memberikan keamanan tambahan bagi kendaraan yang melintas [14].



Gambar 14. Perkerasan Aspal Pada Perlintasan Sebidang



Gambar 15. Rubber Crossing Panels [21]

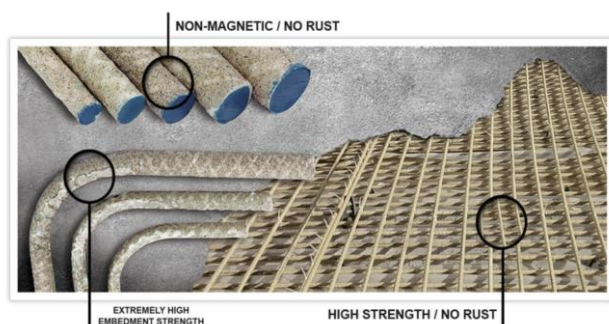


Gambar 16. Rubber Crossing Panels [22]

Selain itu, ada teknologi *Prefabricated Modular Crossings* yang menggunakan elemen-elemen perlintasan yang sudah diproduksi sebelumnya secara modular. Keunggulan teknologi ini adalah kemudahan pemasangan dan penyesuaian sesuai dengan kebutuhan perlintasan sebidang tertentu, dengan hasil pembangunan yang cepat dan andal [23].

Selanjutnya, teknologi dalam perlintasan sebidang adalah *Continuous Welded Rail (CWR)*. Teknologi ini mengandalkan penggunaan rel yang dilas secara

kontinu tanpa sambungan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan kualitas perlintasan sebidang serta mengurangi risiko keretakan pada sambungan rel, yang pada akhirnya memberikan tingkat keamanan yang lebih baik [24]. Sementara itu, beberapa negara juga telah mengadopsi bahan komposit seperti *Fiberglass Reinforced Polymer* (FRP) atau *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) dalam perkerasan perlintasan sebidang.



Gambar 17. *Fiberglass Reinforced Polymer* (FRP)

Bahan komposit ini menonjol karena memiliki kekuatan tinggi, ketahanan terhadap korosi, dan bobot ringan, yang mampu meningkatkan daya tahan dan mengurangi beban pada perlintasan sebidang [25].

5 KESIMPULAN

Operasional dan perawatan perlintasan sebidang antara rel kereta api dan jalan raya atau yang dikenal dengan *level crossing* perlu mendapat perhatian dari para *stakeholder* khususnya terkait dengan dampak sampingan yaitu potensi kecelakaan pengguna jalan khususnya kendaraan roda dua yang diakibatkan oleh kondisi *level crossing* yang kurang baik. Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, diperoleh beberapa poin kesimpulan terkait *level crossing* khususnya di wilayah bandung raya, antara lain:

1. Aspek teknis pada *level crossing* perlu diperhatikan khususnya terkait perkerasan dan geometri. Kondisi perkerasan yang buruk menyebabkan perbedaan elevasi antara rel kereta dan permukaan jalan sehingga menyebabkan pengguna jalan terpeleset dan terjadi kecelakaan. Hal ini diperparah dengan kondisi geometri alinyemen horisontal pada beberapa perlintasan yang membentuk sudut kurang dari 90°. Oleh karena itu, perkerasan pada *level crossing* sangat penting untuk dijaga kualitasnya demi peningkatan keselamatan pengguna jalan dan kelancaran lalu lintas.
2. Berdasarkan analisis peraturan, ditemukan bahwa komponen perkerasan jalan dan rel kereta api berada pada kewenangan pihak yang berbeda. Kewenangan perkerasan jalan berada pada

pemerintah terkait sedangkan rel kereta api menjadi kewenangan PT. KAI (Persero). Hal ini menyebabkan operasional dan pemeliharaan *level crossing* menjadi kurang efisien. Untuk itu disarankan agar kewenangannya digabung pada salah satu pihak yaitu PT. KAI (Persero) sebagai pengelola jalan rel.

3. Beberapa teknologi *level crossing* yang telah ditemukan dan diaplikasikan oleh beberapa negara antara lain *Rubber Crossing Panels*, *Prefabricated Modular Crossings*, *Continuous Welded Rail* dan *Fiberglass Reinforced Polymer*. Diharapkan teknologi ini dapat diadopsi di Indonesia mengingat masih banyak perlintasan sebidang selain dari yang ditinjau pada penelitian ini.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan kepada para pemangku kepentingan, termasuk otoritas transportasi, operator kereta api, pemerintah daerah, dan lembaga terkait lainnya termasuk pada peneliti untuk menganalisis lebih jauh mengenai *level crossing* terutama dalam konteks operasional dan perawatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. M. Ibrahim, "KECELAKAAN DI PERLINTASAN SEBIDANG BUKAN KECELAKAAN KERETA API," KEMENTERIAN PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA, 2012. <https://dephub.go.id/post/read/kecelakaan-di-perlintasan-sebidang-bukan-kecelakaan-kereta-api-14648> (accessed Mar. 02, 2023).
- [2] A. N. Priatama, D. Lafitri, K. A. Isvarulita, and B. P. Agus, "EVALUASI KINERJA PERLINTASAN SEBIDANG KERETA API GANDA. (STUDI KASUS JALAN KS TUBUN, KOTA TEGAL, JAWA TENGAH)," in *Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-21*, Universitas Brawijaya, 2018, pp. 1661–1673.
- [3] D. S. Oktaria, F. L. Desei, and A. Darmawan, "KAJIAN LALU-LINTAS DI PERLINTASAN SEBIDANG RESMI TIDAK DI JAGA JALAN RAYA BEJI DAN JALAN YONKAV KABUPATEN PASURUAN," *JURNAL KACAPURI*, vol. 4, no. 2, pp. 296–308, Dec. 2021.
- [4] D. A. Wicaksono, H. Lastito, I. P. Riyadi, and D.

- P. Rachmi, "Quo Vadis Pengaturan dan Implementasi Penyelenggaraan Perlindungan Sebidang Kereta Api di Indonesia," *Warta Penelitian Perhubungan*, vol. 34, no. 1, pp. 79–92, Jul. 2022.
- [5] "PP No. 56 Tahun 2009," *Database Peraturan | JDIH BPK*. <http://peraturan.bpk.go.id/Details/4982/pp-no-56-tahun-2009> (accessed Oct. 14, 2023).
- [6] E. Djumena, "Sehari Bisa 10 Pengendara Motor Jatuh Saat Lewati Rel Kereta Ini," *Kompas*, Kompas.com, Mar. 27, 2016. Accessed: Mar. 31, 2023. [Online]. Available: <https://regional.kompas.com/read/xml/2016/03/28/05370001/Sehari.Bisa.10.Pengendara.Motor.Jatuh.Saat.Lewati.Rel.Kereta.Ini>
- [7] M. Zezen Zainal Muttaqin, "Hati-hati Melintas di Rel Kereta Api Cimindi! Ada Apa Ya?," *Tribunjabar.id*, Nov. 21, 2014. <https://jabar.tribunnews.com/2014/11/21/hati-hati-melintas-di-rel-kereta-api-cimindi-apa-apa-ya> (accessed Mar. 31, 2023).
- [8] "UU No. 38 Tahun 2004," *Database Peraturan | JDIH BPK*. <http://peraturan.bpk.go.id/Details/40785/uu-no-38-tahun-2004> (accessed Oct. 14, 2023).
- [9] "Permenhub No. 60 Tahun 2012," *Database Peraturan | JDIH BPK*. <http://peraturan.bpk.go.id/Details/147069/permenhub-no-60-tahun-2012> (accessed Oct. 14, 2023).
- [10] "Permenhub No. 94 Tahun 2018," *Database Peraturan | JDIH BPK*. <http://peraturan.bpk.go.id/Details/104435/permenhub-no-94-tahun-2018> (accessed Oct. 14, 2023).
- [11] K. P. D. Jenderal, "REVIU RENCANA STRATEGIS BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERHUBUNGAN TAHUN 2015 - 2019," BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERHUBUNGAN, 2019, p. 84.
- [12] M. M. Handoko and Yuwono Wiarco, S.SiT., M.T., *Manajemen Perlindungan Sebidang*. Nas Media Pustaka, 2023.
- [13] G. M. D. Kelo, G. F. N. Jehudu, and R. Ruktiningsih, "Evaluasi Perlindungan Sebidang Jalan Rel Dengan Jalan Raya Di Kota Semarang," *G-SMART*, vol. 4, no. 2, pp. 69–81, 2020.
- [14] M. Vilotijević, L. Lazarević, and Z. Popović, "Railway/road level crossing design – aspect of safety and environment," in *International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017*, in Advances in intelligent systems and computing. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 791–800.
- [15] B. S. Nugroho, "Pengembangan Audit Keselamatan Infrastruktur Pada Perlindungan Sebidang," Jan. 2022, Accessed: Oct. 14, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38801>
- [16] B. S. Nugroho, "Pengembangan Audit Keselamatan Infrastruktur Pada Perlindungan Sebidang," Jan. 2022, Accessed: Oct. 14, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38801>
- [17] K. Pupr, "PEDOMAN DESAIN GEOMETRIK JALAN FINAL," *simk.bjpt.pu.go.id*. https://simk.bjpt.pu.go.id/file_uploads/ketentuan/PEDOMAN_DESAIN_GEOMETRIK_JALAN_FINAL_pdf_04-11-2021_06-44-13.pdf (accessed Oct. 14, 2023).
- [18] "Rekayasa Lalu Lintas," *Google Books*. https://books.google.com/books/about/Rekayasa_Lalu_Lintas.html?id=a3DBEAAAQBAJ (accessed Oct. 14, 2023).
- [19] A. W. Saputra and A. W. Saputra, "EVALUASI INTEGRASI MODA KERETA API RINGAN (LRT) DENGAN TRANSMUSI DAN DAMRI DI KOTA PALEMBANG," diploma, Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, 2021. Accessed: May 24, 2023. [Online]. Available: <http://digilib.ptdistd.net/1018/1/3.%20LEMBAR%20PERSETUJUAN.pdf>
- [20] D. T. Mutiara, "Studi Keselamatan Dan Keamanan Transportasi Di Perlindungan Sebidang Antara Jalan Rel Dengan Jalan Umum (Studi Kasus Perlindungan Kereta Api Di Jalan Padang, Bantan Timur, Kecamatan Medan Tembung)," 2020. Accessed: May 24, 2023. [Online]. Available: <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/10307>
- [21] Hirail, "Tech-Data," *Hirail*, 2023. <https://www.google.com/url?q=https://hirail.com/wp-content/uploads/2019/04/Tech-Data-Sheet-Wood-020419-Cover-Sheet-b.pdf&sa=D&source=docs&ust=1697290009595410&usg=AOvVaw14JBUolqc25VxLxWZwsu4M> (accessed Oct. 14, 2023).
- [22] W. C. Vantuono, "A Smooth One," *Railway Age*, Dec. 10, 2021. <https://www.railwayage.com/mw/a-smooth-one/> (accessed Oct. 14, 2023).
- [23] M. Vilotijević, L. Lazarević, and Z. Popović, "Railway/road level crossing design – aspect of safety and environment," in *International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017*, in Advances in intelligent systems and computing. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 791–

800.

- [24] A. E. A. Rizzo, "Stability of continuous welded rails: A state-of-the-art review of structural modeling and nondestructive evaluation," *IMechE: Institution of Mechanical Engineers*, vol. 235, no. 10, p. 10, Jan. 2021.
- [25] "Sustainability and recyclability of composite materials for railway turnout systems," *J. Clean. Prod.*, vol. 285, p. 124890, Feb. 2021.