



Kajian Penerapan Teknologi Pintu dengan Pagar Otomatis dan *Yellow Box* di Perlintasan Sebidang

Arbie Sianipar

Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian
Jl. Medan Merdeka Timur No. 5 Jakarta, Indonesia, 10110
arbie_245busted@yahoo.com.au

Diterima: 19 Maret 2020, Direvisi: 28 Juni 2020, Disetujui: 30 Juni 2020

ABSTRACT

Study on The Application of Door Technology with Automatic Fence and Yellow Box in a Level Crossing: Accident data from 2015 to June 7, 2019 accidents at level crossings as many as 1,470 events with details of 179 events at level crossings are guarded and 1,291 at crossings are not guarded, this shows the lack of awareness of road users to prioritize train travel other than that the role of crossing safety technology a plot is needed to reduce the accident rate at the level crossing. The formulation of the problem of this research is How is the design of a level crossing system that ensures safety at a level crossing? The purpose of this research activity is the compilation of a level crossing system door design that ensures safety at a level crossing. The analytical method used to complete this research is descriptive qualitative by describing the condition of a level crossing safety facility according to the road class. There are 9 crossing points observed in the Municipality and Bekasi District areas, location selection is based on the level of safety risk and high traffic of vehicles and trains that cross the level crossings. Based on observations in the field it was found that the level of traffic violations at the crossing point was indeed very crowded during rush hour so that the level of violations was high and the risk of incidents at the level crossing was also high, with the concept of operating early warning system in the form of a Yellow Box Detection System, overcome because information on level crossing conditions can be known by both drivers and road users so as to minimize the potential for accidents and fatalities at level crossings and can function as a means of controlling traffic violations at level crossings (E-Enforcement system).

Keywords: level crossing; yellow box detection system; E-Enforcement System.

ABSTRAK

Data kecelakaan sejak tahun 2015 sampai dengan 7 Juni 2019 kecelakaan di perlintasan sebidang sebanyak 1.470 kejadian dengan rincian 179 kejadian di perlintasan sebidang dijaga dan 1.291 di perlintasan tidak dijaga, ini menunjukkan masih kurangnya kesadaran pemakai jalan untuk mendahulukan perjalanan kereta api selain itu peran teknologi pengamanan perlintasan sebidang sangat dibutuhkan guna mengurangi tingkat kecelakaan di perlintasan sebidang. Perumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana disain sistem perlintasan sebidang yang menjamin keselamatan di perlintasan sebidang?. Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah tersusunnya desain sistem pintu perlintasan sebidang yang menjamin keselamatan di perlintasan sebidang. Metode analisis yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan menggambarkan kondisi fasilitas keselamatan perlintasan sebidang sesuai kelas jalannya. Ada 9 titik perlintasan yang diamati di wilayah Kotamadya dan Kabupaten Bekasi, pemilihan lokasi berdasarkan tingkat risiko keselamatan serta tingginya lalu lintas kendaraan maupun kereta api yang melintas di perlintasan sebidang. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan ditemukan bahwa tingkat pelanggaran lalu lintas di titik perlintasan tersebut memang sangat padat pada jam sibuk sehingga tingkat pelanggaran tinggi serta risiko terjadinya insiden di perlintasan sebidang tersebut juga tinggi, dengan konsep teknologi sistem peringatan dini berupa Yellow Box Detection System permasalahan ini dapat diatasi karena informasi kondisi perlintasan sebidang dapat diketahui baik oleh masinis maupun pengguna jalan sehingga meminimalkan potensi kecelakaan dan fatalitas di perlintasan sebidang serta dapat berfungsi sebagai alat kontrol pelanggaran lalu lintas di perlintasan sebidang (sistem E-Enforcement).

Kata Kunci: perlintasan sebidang; yellow box detection system; Sistem E-Enforcement.

I. Pendahuluan

Data kecelakaan sejak tahun 2015 sampai dengan 7 Juni 2019 kecelakaan di perlintasan sebidang sebanyak 1.470 kejadian dengan rincian 179 kejadian di perlintasan sebidang dijaga dan 1.291 di perlintasan tidak dijaga, ini menunjukkan masih kurangnya kesadaran pemakai jalan untuk mendahulukan perjalanan kereta api selain itu peran petugas penjaga atau pintu otomatis sangat dibutuhkan guna mengurangi tingkat kecelakaan

di perlintasan sebidang. Penertiban perlintasan sebidang masih menjadi dilema bagi Pemerintah karena meskipun fungsi pintu perlintasan sebidang untuk melindungi perjalanan kereta api namun permintaan masyarakat akan perlintasan sebidang sebagai aksesibilitas masih tinggi. Disatu sisi invenstasi Perlintasan tidak sebidang (*underpass* atau *flyover*) memerlukan biaya yang besar sehingga memerlukan perencanaan dan waktu untuk merealisasikannya khususnya bila

ingin membangun di jalan provinsi dan/atau jalan kabupaten yang mimim pendapatan daerahnya.

Berdasarkan uraian yang dijelaskan pada latar belakang sebelumnya maka perumusan masalah dalam kajian ini adalah Tingginya tingkat pelanggaran di perlintasan sebidang serta lemahnya penggunaan teknologi pada alat pengawasan perlintasan sebidang sehingga memberikan potensi kecelakaan, pertanyaan penelitian: Bagaimana disain sistem pintu perlintasan sebidang yang menjamin keselamatan di perlintasan sebidang, dengan sistem pagar otomatis dan konsep sistem peringatan dini di perlintasan sebidang diharapkan tidak akan ada lagi pelanggaran oleh pengguna jalan yang menerobos perlintasan sebidang yang berpotensi terjadi kecelakaan, selain itu perkerasan jalan di perlintasan sebidang juga menghambat perjalanan kendaraaan yang melintas bahkan bisa menyebabkan kemacetan yang berujung terjebaknya kendaraan tersebut. Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah tersusunnya rekomendasi disain sistem pintu perlintasan sebidang yang menjamin keselamatan di perlintasan sebidang sehingga terwujud sistem perlintasan sebidang yang berkeselamatan. Oleh karena itu perlu dikaji bagaimana desain sistem pintu perlintasan sebidang yang bisa memberikan jaminan keselamatan lebih baik di perlintasan sebidang dan Tersedianya desain sistem pintu perlintasan pada beberapa jenis dan kelas jalan.

Sistem palang otomatis di Indonesia sudah banyak diterapkan di Indonesia namun sayangnya tidak secara penuh beroperasi otomatis semua masih menggunakan sumber warta dari perlintasan sebidang sebelumnya atau dari PPKA, hal ini tentu saja menjadi potensi kelalaian bilamana petugas pengaga perlintasan lupa menekan tombol buka/tutup palang pintu otomatis tersebut yang akibatnya akan fatal. Selain itu tidak ada dilengkapi dengan sistem deteksi kendaraan yang terperangkap dalam area tidak aman perlintasan sebidang yang bisa juga dijadikan alat bukti pelanggaran lalu lintas, perkerasan jalan di perlintasan sebidang juga perlu ditetapkan spesifikasi teknisnya agar kehandalan dan ketersediaanya bisa terjamin untuk menjamin keselamatan berkendara di perlintasan sebidang. Berikut ini ada beberapa contoh karya perakitan palang pintu otomatis anak bangsa sebagai contoh penelitian sebelumnya, "Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino", M. Azzam Firdaus, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 2016. Metode Research and

Development atau R&D di terapkan dalam penelitian ini. Pengembangan penelitian sebelumnya dilakukan dengan menambahkan sistem pengukur kecepatan kereta dan kontrol manual pada palang pintu otomatis. Perancangan pada pembuatan miniatur ini dimulai dari pembuatan rangkaian catu daya, rangkaian alarm, rangkaian kontrol manual dan membuat komunikasi sensor srf-04, servo, alarm dan LCD dengan arduino. Ujicoba miniatur dilakukan dalam dua tahapan yaitu uji fungsional dan uji unjuk kerja miniatur. Uji fungsional meliputi uji sistem secara keseluruhan dan uji sistem pengukur kecepatan. Uji unjuk kerja miniatur meliputi uji rangkaian catu daya, uji sensor srf-04 dan ketelitian sudut pada servo. Hasil dari penelitian ini berupa miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino. Berdasarkan hasil uji coba miniatur dapat bekerja dengan baik. Pintu dapat menutup secara otomatis dan sistem dapat mengukur kecepatan kereta, serta pada keadaan darurat palang pintu dapat dioperasikan secara manual. Kecepatan terukur kereta maksimal 250 cm/s. Pergerakan servo dengan program pada miniatur memiliki toleransi 0,450.

Kemudian "Sistem Peringatan Pada Perlintasan Sebidang Tidak Berpintu Menggunakan Kontroler Arduino", Beni Widiawan, Fendik Eko Purnomo, Syamsiar Kautsar, Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Politeknik Negeri Jember 2017. Berdasarkan hasil survei dengan warga Perumahan Pesona, perlu sistem peringatan saat kereta lewat. Selain digunakan sebagai warga masyarakat, sistem ini dapat membantu penjaga perumahan waspada ketika kereta lewat. Sistem peringatan dibuat, terdiri dari $96 \times 16 \text{ cm}^2$ tampilan tanda bergerak dan sirene dengan 6 variasi suara. Jadwal lintasan kereta api (sesuai jadwal PT KAI) di persimpangan perumahan kabupaten ini disimpan dalam mikrokontroler. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah AT Mega 328 dengan bahasa pemrograman Arduino. Sistem ini akan mengeluarkan bunyi sirene dan menampilkan peringatan untuk berhati-hati selama 10 menit sebelum jadwal penerbangan kereta. Sistem diatur untuk bekerja selama 7x24 jam tanpa henti. Selain membuat sistem, dalam program pengabdian juga dilakukan pelatihan untuk pengurus RT/RW perumahan pesona kabupaten untuk merawat dan mengatasi masalah sistem ini.

Selain itu "Kajian Moralitas Teknologi Pintu Perlintasan Kereta Api", Idhar Resmadi, Jurnal Sosioteknologi Institut Teknologi Bandung Vol

13, No 2 (2014). Salah satu permasalahan yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah persoalan pintu perlintasan kereta. Kecelakaan yang sering terjadi di sekitar pintu perlintasan disebabkan kelalaian petugas penjaga pintu atau sikap dari para pengemudi yang nekat. Faktor manusia dan teknologi sering menjadi sorotan dalam banyak kasus kecelakaan kereta api. Konsep mengenai determinisme teknologi dan konstruksi sosial memang merupakan dua kutub yang seolah-olah saling berlawanan dalam melihat suatu fenomena teknologi. Tulisan ini membahas bagaimana suatu pintu perlintasan kereta api dipandang sebagai salah satu unsur teknologi yang berperan penting dalam menjaga keselamatan manusia. Kajian ini mengamati faktor manusia dan nonmanusia dalam melihat moralitas teknologi pintu perlintasan kereta api di Cikudapateuh, Bandung.

Kajian lainnya “Pengaruh Lama Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan”, Tesis Oleh Musaad, Khairan University Muhammadiyah Malang 2017. Lokasi penelitian dilakukan pada perlintasan 69 pada ruas jalan raya WR. Supratman Klojen Blimbing Kota Malang. Survei terhadap arus lalu lintas dilakukan dengan pengamatan terhadap jenis kendaraan mobil penumpang, bus, truk dan sepeda motor yang menuju pendekat perlintasan. Variabel yang diambil dalam pengamatan adalah durasi penutupan pintu perlintasan, volume arus lalu lintas, waktu stopped delay dan panjang antrian kendaraan. Dari hasil analisa kelima model regresi linier yang dihitung menggunakan program SPSS, pada model tundaan dari arah barat ke timur dan timur ke barat, model cubic menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model Linier, Logarithmic, Quadratic dan Exponential. Besarnya tundaan dari arah barat ke timur adalah 132 detik/Kendaraan/lajur sedangkan dari arah timur ke barat yang terbesar adalah 115 detik/kendaraan/lajur. Panjang antrian kendaraan dari arah barat ke timur yang terpanjang adalah 216.8 meter/lajur sedangkan dari arah timur ke barat adalah 160.2 meter/lajur. Secara statistik model tersebut masih terlihat kurang baik.

Kemudian “Model Sistem Monitoring Perlintasan Kereta Api Menggunakan Arduino Mega”, Irfan Rusidy Triyanto, Endang Djuana, Ferrianto Gozali, Kuat Rahardjo T S, Sunarto Sunarto, Jurnal Telematika Vol 12 No 2 (2017). Pada perancangan simulasi untuk model sistem monitoring ini, diperlukan Arduino Mega sebagai mikrokontroler dan sensor radio-frequency identification (RFID) dalam proses identifikasi kereta dan sensor ultrasonik dalam proses deteksi

kereta. Data kereta api dan perlintasan disimpan pada sistem basis data. Data yang telah disimpan ditampilkan pada komputer server. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan menggunakan fitur pendekripsi kereta berupa sensor ultrasonik dan pengidentifikasi kereta berupa sensor RFID, proses identifikasi kereta bekerja dengan baik. Adapun, proses pengiriman data dari Arduino Mega hingga dapat ditampilkan oleh layar monitor komputer server tergantung dari lalu lintas data pada waktu pengujian dilakukan.

“Desain Palang Pintu Hidrolik Pada Perlintasan Sebidang Untuk Mengurangi Pelanggaran Penerobosan Palang Pintu Kereta”, M. Muhsin Yusuf Hendrawan, Rizal Ghifary, Widodo Dwi Wicaksosno, Proceedings of the 19th International Symposium of FSTPT Islamic University of Indonesia 2016. Hasil dari analisa survey menunjukkan bahwa masih banyak pengguna jalan yang menerobos palang pintu dengan ceroboh. Untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, kami mengusulkan dan membuat desain baru palang pintu, untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam penegakan hukum pengguna jalan yang melintas di perlintasan sebidang. Desain palang pintu menggunakan teknologi sistem hidrolik.

“Penerapan Teknologi Automatic Level Crossing di Indonesia”, Nanda Ahda Imron, Natriya Faisal Rachman, Willy Artha Wirawan Adya Aghastya. Jurnal Perkeretaapian Indonesia Volume 2 No 2 (2018). Studi ini membuktikan bahwa CBOD mampu mengurangi gangguan terhadap pengguna jalan untuk delay menjadi 125.393 detik dan queue menjadi 60.778 m. Disisi lain, untuk mengendalikan perilaku pengguna jalan perlu didukung dengan instalasi traffic calming; pita penggalah, kanal lalu lintas dan countdown timer. Analisis B/C Ratio dalam instalasi CBOD termasuk traffic calming menghasilkan nilai 1.24, dimana layak untuk diterapkan.

Dari ketujuh kajian terdahulu tidak ada yang menyimpulkan sistem yang secara otomatis menginfokan ke pusat kendali operasi KA saat kendaraan bermotor terjebak di area aman perlintasan sebidang yang sudah dilengkapi dengan sistem deteksi dan rekamedasi keterpaduan spesifikasi teknis perlintasan sebidang baik dari sisi transportasi jalan maupun perkeretaapian sehingga bisa dijadikan standar teknis pembangunan perintasan sebidang di Indonesia.

II. Metodologi Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif, karena

penelitian ini menggambarkan kondisi fasilitas keselamatan perlintasan sebidang sesuai kelas jalannya. Adapun teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara survei wawancara mendalam terhadap penyelenggara perlintasan sebidang, serta melakukan pengamatan dan survei langsung di lapangan dengan sampel 7 titik perlintasan sebidang yang berada dalam Lintas Bekasi-Cikarang, survei dilakukan selama 5 hari. Parameter yang digunakan saat pengamatan lapangan antara lain, Kondisi Pos PJL, Perkerasan Jalan, Jarak Pandang Bebas, Sistem deteksi KA, marka/rambu dan peralatan keselamatan, Penerangan Jalan di Perlintasan Sebidang apakah sudah sesuai dengan PM No. 94 Tahun 2018 maupun PM No. 36 Tahun 2011 lalu sejauh apa gap-nya, data yang dikumpulkan dan bagaimana gap tersebut akan dikurangi dengan sistem teknologi yang direkomendasikan Setelah semua data diperoleh dari objek penelitian penulis mengidentifikasi permasalahan dan menganalisis sehingga output adalah sistem yang bisa mengurangi potensi kecelakaan di perlintasan sebidang.

Ruang lingkup penelitian meliputi Identifikasi dan inventarisasi peraturan yang terkait dengan tujuan studi, data dan informasi yang dapat diperoleh baik BTP Jakarta Banten maupun di lapangan. Identifikasi potensi permasalahan potensi kecelakaan di perlintasan sebidang, analisis dan evaluasi, serta rekomendasi. Batasan penelitian ini hanya mencakup perlintasan sebidang diperkotaan saja yang LHR-nya tinggi serta analisis dari penelitian ini belum memperhitungkan biaya implementasi.

Data survei akan dianalisis dengan metode diskriptif kualitatif yang menggambarkan kondisi real perlintasan sebidang yang akan disimulasikan dalam bentuk animasi pendekripsi hambatan di perlintasan sebidang.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Identifikasi Spesifikasi Teknis Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang

Berdasarkan data 2019, jumlah perjalanan kereta api di wilayah Daop 1 berjumlah 1.464 perhari dengan jumlah perlintasan sebidang resmi berjumlah 190 perlintasan, jumlah rata-rata kecelakaan sebesar 1 kejadian kecelakaan per hari, sementara rata-rata kecelakaan di perlintasan sebidang adalah sebesar 2 s/d 5 orang/ hari, 15 perlintasan sebidang sudah ditutup di wilayah Daop 1 (ditingkatkan dengan perlintasan tidak sebidang), terdapat 5 perlintasan sebidang yang belum ditutup, antara lain Angke, Kalibata, Karet, Senen Selatan, dan Pramuka. Penutupan perlintasan sebidang ini merupakan

MOU antara Pemda DKI dengan Kemenhub. Berdasarkan PM No 94 maka kewenangan Kementerian Perhubungan hanya pada prasarana rel saja. Pemasangan teknologi pintu otomatis tidak mungkin dipasang untuk headway 2.5 menit, karena terlalu singkat jarak waktunya. *Yellow box* dan *Detection System* pintu perlintasan sebidang bermanfaat dalam faktor keselamatan dan perlu distandardkan dalam PM No 94 Tahun 2018 tentang Peningkatan Keselamatan di Perlintasan Sebidang. Pada perlintasan sebidang tidak resmi tanggung jawab PT KAI hanya pada terjadinya bantalan rusak di sekitar lokasi perlintasan sebidang, sementara apabila terjadi kerusakan jalan PT KAI tidak menganggarkan, dalam perawatan jalan disesuaikan dengan status jalannya (Nasional, Provinsi dan Kabupaten/Kota). Untuk perlintasan sebidang resmi, Daop dan satker *Infrastruktur Maintenance Operation* (IMO) melaksanakan perawatan secara berkala.

B. Catatan Terhadap Aspek Teknis/Teknologi

Dari 7 titik perlintasan sebidang yang tim amati nampak ketentuan teknis yang tidak sesuai yang terkesan dipaksakan terus beroperasi yang seharusnya ditutup (**Tabel 1** dan **Gambar 1**).

C. Usulan Desain Sistem Pintu Perlintasan Sebidang dengan *Yellow Box & Detection System* (YBDS)

Rancangan sistem ini merupakan peningkatan level pengamanan terhadap model teknologi perlintasan yang sudah ada saat ini. Sebagaimana uraian dari permasalahan diperlintasan sebidang di atas, bahwa faktor kedisiplinan pengendara menjadi faktor utama terhadap peningkatan risiko keamanan dan keselamatan di titik perlintasan sebidang.

Perilaku pengendara yang cenderung tidak patuh serta kerap menerobos perlintasan sebidang (meskipun tanda bahaya telah aktif) menjadi satu permasalahan tersendiri. Untuk itu perlu dilakukan rekayasa teknik terhadap model perlintasan sebidang yang ada.

Konsep YBDS pada prinsip mencoba menekan fatalitas kecelakaan apabila terjadi pelanggaran di titik perlintasan sebidang, contoh kasus adanya *obstacle* di kotak perlintasan yang dideteksi oleh sistem akan secara cepat memberikan peringatan ke CTC dan awak sarana guna menjalankan prosedur darurat penghentian sementara perjalanan kereta api.

Skematik sistem perlintasan sebidang yang dilengkapi dengan detector obstacle dan sistem peringatan yang terintegrasi dengan Pusat Kendali Operasi/*Centralized Traffic Control* (CTC), dapat terlihat dalam **Gambar 2** dan **3**.

Tabel 1.
Temuan Tim di Lapangan

No.	Aspek	Temuan
1.	Kondisi Pos PJL	Peralatan kontrol rusak, fasilitas pendukung: toilet, kebersihan dan kenyamanan ruangan,
2.	Perkerasan Jalan	Rusak sehingga mengurangi kecepatan kendaraan yang melintas
3.	Jarak Pandang Bebas	Tidak standar sehingga mengurangi tingkat keselamatan
4.	Sistem deteksi KA	Belum terhubung dengan sistem persinyalan sehingga PJL hanya mengandalkan warta dari PJL sebelumnya yang tingkat keakuratannya tidak 100%
5.	Marka/rambu dan peralatan keselamatan	belum sesuai ketentuan (perdirjen darat No.SK 407 Tahun 2018 dan PM 94 Tahun 2018)
6.	Penerangan Jalan di Perlintasan Sebidang	Penerangan Jalan di Perlintasan Sebidang tidak pernah diatur dalam PM 36 Tahun 2011 maupun PM 94 Tahun 2018 serta Perdirjen Darat No SK 407 Tahun 2018 sehingga pencahayaan kurang di perlintasan sebidang bahkan tidak ada

Sumber: Hasil Pengamatan



Gambar 1.
Temuan Lapangan di Beberapa Perlintasan Sebidang.

Dari gambar 2 dan 3 dapat dilihat skema informasi yang ditransmisikan dari dan ke peralatan YBDS. Garis Maya mendeteksi rintangan/*obstacle* yang terdeteksi di dalam area *Yellow Box* pada saat pintu perlintasan mulai menutup.

Detector dilokasi PJL akan mengirimkan peringatan ke pusat kendali (*operation control*) jika terdapat Kendaraan melanggar palang pintu dan terjebak di area *Yellow Box* (area bebas kendaraan). Pusat kendali (OC) akan mengirimkan informasi adanya rintangan di perlintasan.

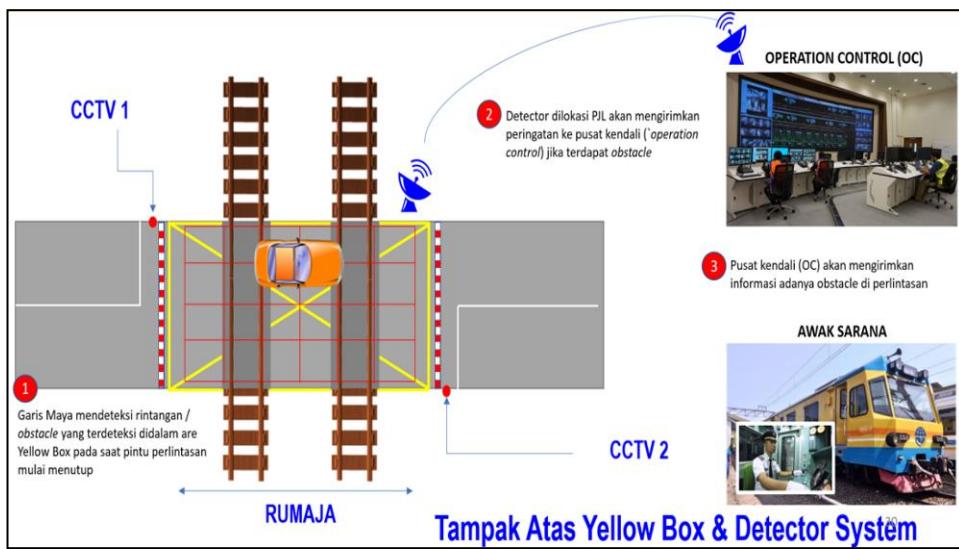
Data loger hasil pelanggaran lalu lintas tersebut bisa dijadikan bukti pelanggaran kendaraan yang melanggar palang pintu perlintasan karena terdeteksi oleh kamera di area *Yellow Box*.

Catatan daya dari peralatan YBDS ini terintegrasi dengan sumber listrik persinyalan KA dan sistem detektor KA dan *Yellow Box* terintegrasi dengan sistem persinyalan KA sehingga meningkatkan tingkat keselamatan dari peralatan tersebut, bila

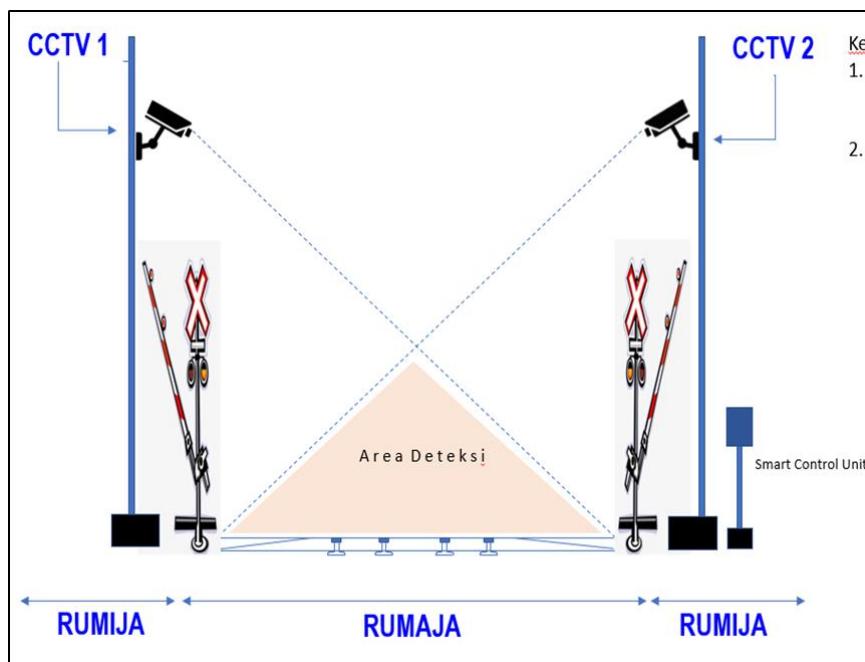
sistem persinyalan *down* maka palang pintu tetap terbuka namun persinyalan KA beraspes merah sampai sistem persinyalan aktif kembali sistem berjalan sebagaimana mestinya sehingga antrian kendaraan di perlintasan sebidang tidak terjadi saat sistem *down*.

Penerangan di perlintasan sebidang juga harus diperhatikan guna menjaga tingkat kehati-hatian pengguna jalan di perlintasan sebidang. Untuk pencahayaan ditempatkan pada tiang CCTV dan searah dengan sudut tangkap kamera CCTV sehingga kualitas gambar CCTV tetap terjaga saat malam hari.

Sistem database ditampilkan dalam dashboard web sebagai rumah data proses kerja sistem ini yang bisa diakses oleh 3 stakeholder seperti PPKA, Satlantas POLRI, dan Penyelenggara Perlintasan Sebidang (Dishub/Swasta). Sehingga penggunaan data dapat digunakan sebagaimana mestinya sesuai dengan domain kerja masing-masing stakeholder.



Gambar 2.
Skema Yellow Box & Detection System (YBDS).



Gambar 3.
Penampang Melintang YBDS.

D. Usulan Mekanisme Desain Sistem Pintu Perlintasan Sebidang dengan Yellow Box & Detection System (YBDS)

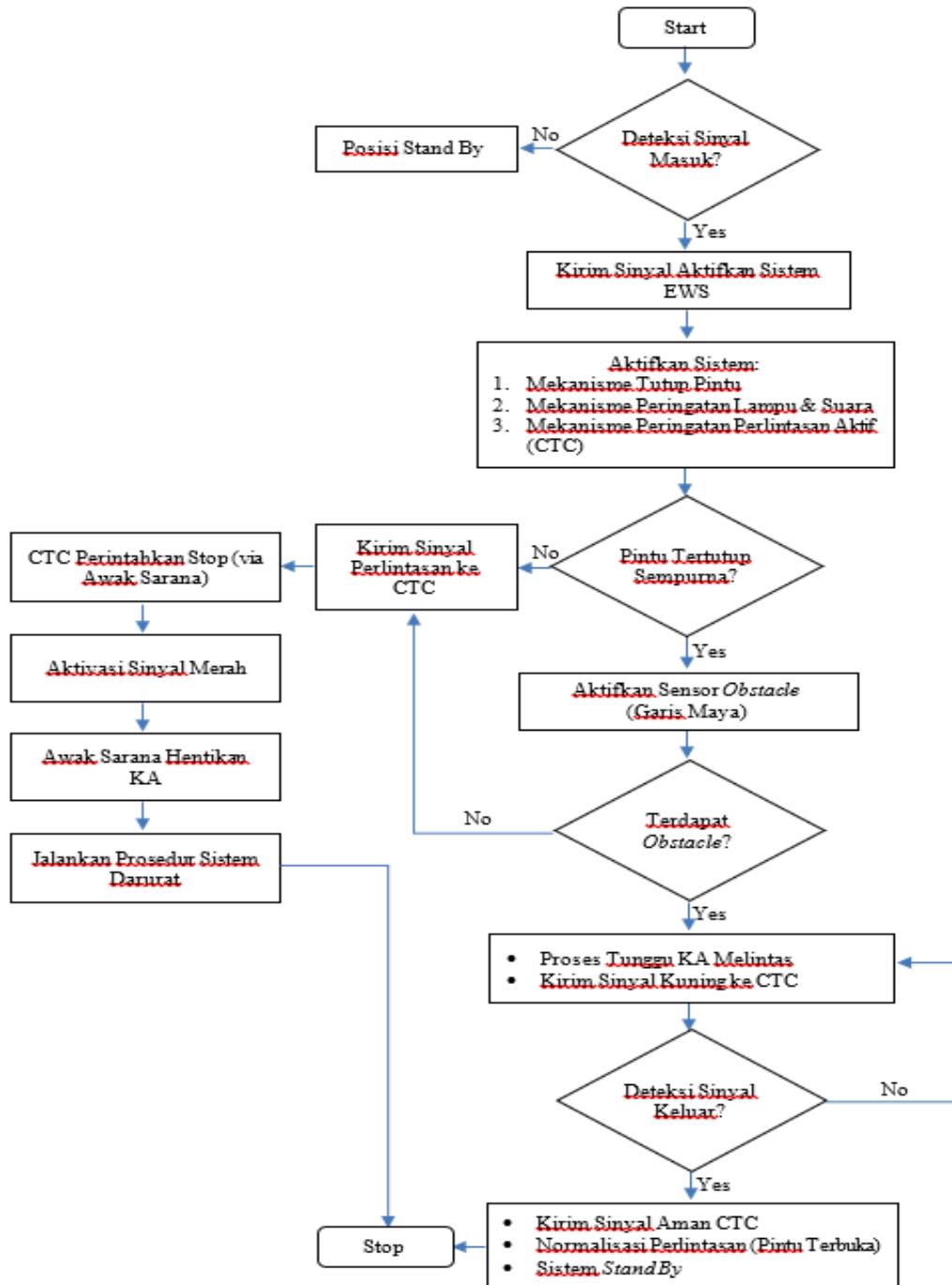
1. Mekanisme Sistem

Sistem cara kerja desain perlintasan sebidang otomatis sebagaimana **Gambar 4**, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Sensor KA (*axle counter*) dipasang sekurang-kurangnya 600 m sebelum dan 10 m pintu perlintasan sebidang, begitu juga CCTV dengan sistem deteksi kendaraan dipasang diagonal di sudut yang berseberangan. *Smart Controller* dan Palang Pintu Perlintasan Sebidang dipasang berdampingan ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat menutup

seluruh lebar jalan raya sehingga tidak bisa dilewati kendaraan saat KA hendak melintas.

- b. Saat KA menginjak sensor *axle counter* di 600 m sebelum perlintasan, sirine langsung berbunyi disertai isyarat tulisan berjalan (VMS) dan palang pintu mulai menutup secara perlahan.
- c. Saat KA melewati sensor *axle counter* 10 m setelah perlintasan sebidang, sirine dan isyarat tulisan berjalan (VMS) langsung berhenti berbunyi serta palang pintu mulai membuka secara perlahan.
- d. Sistem transmisi bekerja secara internet awan dari sensor *axle counter* ke *smart controller* dan dari *smart controller* ke *database centre*.



Gambar 4.
Alur Kerja Yellow Box Detection System (YBDS).

- e. Data logger dari *database* bisa digunakan oleh PPKA untuk memberikan warta kepada masinis KA yang hendak melintas di perlintasan sebidang bilamana ada kendaraan yang masih terperangkap di perlintasan sebidang saat palang pintu sudah tertutup dan juga Kepolisian sebagai bukti E-Tilang pada pemilik kendaraan yang melanggar pintu perlintasan sebidang.
- a. Perangkat keras (*hardware*): mencakup peranti-peranti fisik seperti komputer, server dan printer.
- b. Perangkat lunak (*software*) atau program: sekumpulan instruksi yang memungkinkan perangkat keras untuk dapat memproses data-data logger sistem kerja YBDS ini.
- c. Prosedur: sekumpulan aturan yang dipakai untuk mewujudkan pemrosesan data dan pembangkitan keluaran yang dikehendaki.
- d. Orang/Manusia: semua pihak yang bertanggung jawab dalam pengembangan

2. Komponen Utama

Berikut ini penjelasan mengenai komponen sistem informasi *Yellow Box & Detection System* (YBDS) terdapat komponen-komponen, seperti:

- sistem informasi, pemrosesan, dan penggunaan keluaran sistem informasi.
- Basis data (*database*): sekumpulan tabel, hubungan, dan lain-lain yang berkaitan dengan penyimpanan data seperti dashboard database yang berisi data loger kinerja sistem YBDS.
 - Jaringan komputer dan komunikasi data seperti sistem penghubung yang memungkinkan sumber (*resources*) dipakai secara bersama atau diakses oleh sejumlah pemakai.

Keterhubungan antar komponen dapat dilihat juga pada **Gambar 5**.

Ketentuan:

- Smart Control Unit*, tiang dan perangkat CCTV terletak di area RUMIJA Jalan kereta api
- Perangkat CCTV dapat mengambil gambar visual sampai dengan batas area RUMAJA Jalan kereta api diperlintasan sebidang.

CCTV dipasang di sudut-sudut bidang RUMIJA Jalan KA (diagonal) sehingga sudut tangkap lebih efektif menangkap seluruh bidang perlintasan sebidang.

Komponen YBDS terdiri dari:

- Smart Controller*: berfungsi sebagai media pusat kendali dan media penyimpanan sementara sebelum dikirim ke server. Alat ini harus handal dan teromonitor sehingga bilamana ada kerusakan atau kegagalan sistem bisa dapat diperbaiki.
- CCTV & Object Detector*: alat ini berfungsi sebagai monitoring bilamana ada kendaraan yang melanggar pintu perlintasan dan memberikan warta kepada masinis bahwa perlintasan masih belum bebas hambatan.
- Axle Counter*: alat ini berfungsi sebagai pendekripsi KA yang akan melintas di perlintasan dipasang minimal 600 meter sebelum perlintasan dan 20 meter setelah perlintasan sebagai patokan KA menutup dan membuka.
- Palang Pintu: palang pintu dipasang menutup seluruh lebar ruas jalan dan tahan benturan

serta menutup secara bertahap

- Catu Daya terhubung dengan catu daya persinyalan: Sumber listrik dari YBDS ini berasal dari PLN yang terintegrasi dengan sumber listrik persinyalan.

3. Kriteria Desain

Kriteria desain secara umum terhadap konsep YDBS, terbagi atas 4 kategori, yaitu:

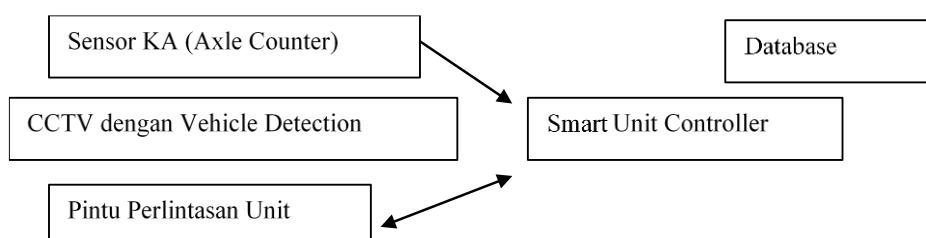
a. Fungsi

Rancangan *Yellow Box Detection System* (YDBS) ini mempunyai fungsi diantaranya seperti pintu perlintasan sebidang pada umumnya yang dapat memberikan peringatan berupa suara dan lampu serta dapat mencegah masuknya objek apapun yang membahayakan lintasan kereta api pada saat kereta api akan melintas.

Fungsi lain adalah YDBS adalah kemampuan untuk mendekripsi datangnya kereta api pada jarak aman serta mendekripsi pada saat telah melalui jarak aman setelah, sistem deteksi ini terintegrasi dengan sistem persinyalan kereta api sehingga apabila terjadi suatu insiden maka dapat didekripsi secara langsung oleh pusat kendali.

Selain itu sistem YDBS juga mampu untuk mengirimkan peringatan kepada pusat kendali yang akan diteruskan kepada awak sarana perkeretaapian guna mengambil tindakan prosedur penghentian kereta secara darurat dan terakhir YDBS mampu mendokumentasikan segala bentuk pelanggaran terhadap peringatan melintas yang sudah aktif untuk selanjutnya hasil dokumentasi tersebut dapat dijadikan barang bukti kuat guna penindakan oleh pihak yang berwenang.

Dari kehandalan YBDS ini diharapkan kelalaian penjaga palang pintu perlintasan sebidang tidak terjadi lagi karena sistem peringatan dini secara otomatis berjalan seiring terdeteksinya KA yang akan melintas, selain itu pelanggaran kendaraan bermotor yang melintas juga bisa diantisipasi dengan cepat untuk menghindari tumbuhan dan bukti pelanggaran tersebut bisa dijadikan alat bukti untuk TILANG atau ganti rugi operasional kereta api yang terhambat perjalannya.



Gambar 5.
Cara Kerja *Yellow Box & Detection System* (YBDS).

b. Struktur/Material

Portal pengaman pengguna Jalan berfungsi untuk mengamankan pengguna Jalan agar tidak menerobos Perlintasan Sebidang, sesuai dengan PM No 94/2018 tentang Peningkatan Keselamatan Perlintasan Sebidang Antara Jalur Kereta Api dengan Jalan persyaratan teknis yang harus dipenuhi antara lain:

- 1) terbuat dari fiber, alumunium atau material lain yang memiliki kekuatan namun ringan;
- 2) konstruksi tahan patah;
- 3) tahan terhadap korosi dan cuaca;
- 4) dapat dioperasikan secara semi manual pada saat terjadi gangguan sistem;
- 5) warna putih dan merah pendar cahaya.

Portal pengaman pengguna Jalan harus memenuhi persyaratan kinerja:

- 1) mampu menutup penuh lebar Jalan agar pengguna Jalan raya tidak dapat memasuki/menerobos Perlintasan Sebidang kereta api;
- 2) portal dalam keadaan terbuka/terangkat apabila terjadi gangguan peralatan keselamatan Perlintasan Sebidang;
- 3) waktu operasi membuka atau menutup antara 4 (empat) sampai dengan 7 (tujuh) detik;
- 4) gerak portal pada saat menutup tidak kontinyu tetapi secara bertahap 3 (tiga) kali;
- 5) portal dapat menutup dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) detik setelah Isyarat Lampu Peringatan/Larangan, Isyarat Suara, dan isyarat tulisan berjalan/*variable message sign* (VMS) berfungsi;
- 6) portal dapat membuka dalam waktu 2 (dua) sampai dengan 5 (lima) detik setelah kereta api melewati Perlintasan Sebidang; dan
- 7) terlihat dengan jelas oleh pengguna Jalan di segala cuaca.

Tiang penyanga komponen CCTV dapat menahan benturan maupun terpaan angin.

c. Desain

- 1) Komponen YDBS didesain untuk dapat bertahan diluar ruangan dengan perubahan suhu ekstrem
- 2) Media telekomunikasi YDBS dengan CTC berbasis pada kanal *fiber optic* dan menjadi satu kesatuan sistem dengan sistem persinyalan kereta api
- 3) Komponen CCTV dapat mengambil visualisasi dengan jelas pada jarak maksimum 30 meter, resolusi tinggi serta mampu membaca objek berupa nomor plat

kendaraan baik kondisi siang (terang) maupun malam (gelap)

- 4) Penggunaan komponen palang pintu berikut motor penggeraknya menyesuaikan dengan lebar dan fungsi jalan, pada beberapa kondisi YDBS bisa difungsikan tanpa adanya komponen palang pintu berikut motor penggeraknya
- 5) Sistem deteksi/sensor berupa garis maya dapat membentuk jaring blok dengan luasan per-blok minimum sebesar 360 cm^2 .
- 6) Sistem peringatan akan bekerja apabila terdapat objek yang memenuhi deteksi garis maya sebanyak minimal 1 blok.
- 7) Deteksi garis maya dilengkapi dengan kemampuan mendeteksi objek dalam kondisi gelap.
- 8) Visualisasi dan deteksi garis maya dapat mencakup luasan lebar jalan dan rentang RUMAJA.
- 9) Sistem peringatan dari CTC ke awak sarana menggunakan media telekomunikasi nirkabel atau (*Voice over IP*) VOIP menyesuaikan dengan ketersediaan jaringan yang ada.

d. Harga

YDBS memiliki pilihan skema operasi menyesuaikan dengan karakteristik jalan sehingga pengguna memiliki pilihan dalam menerapkan YDBS diwilayah. Perbedaan komponen adalah pada ada tidaknya komponen palang pintu dan motor penggeraknya serta jumlah kamera yang dapat menyesuaikan dengan lebar jalan.

E. Usulan Teknologi Perkerasan Jalan di Perlintasan Sebidang

Pada PM No 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan Jalan rel dengan Bangunan Lain tidak diatur mengenai kekuatan perkerasannya serta jenis bahannya sehingga ada kemungkinan kerusakan perkerasan jalan di perlintasan sebidang sehingga penyelenggara perlintasan sebidang tidak optimal dan penghamparan aspal/perkerasan perlintasan sebidang cenderung tidak sempurna ditambah lagi besarnya beban kendaraan yang lewat lebih besar daripada daya dukung jalan di perlintasan sebidang, perkerasan jalan yang rusak akan mengurangi kecepatan jalan dan berpotensi terjadinya kecelakaan karena permukaan jalan yang tidak rata. Berikut ini rekomendasi perkerasan jalan di perlintasan sebidang yang lebih realibel yang sudah diterapkan di negara maju (**Gambar 6**).

Dengan material perkerasan jalan raya di Perlintasan Sebidang yang elastis namun kuat seperti pada gambar di atas kehandalan perkerasan jalan dapat dijamin dan minim perawatan dengan lifetime yang sangat panjang (15-20 tahun) karena kuat tekan material ini bisa mencapai 10 ton artinya untuk beban axle 20 ton kendaraan barang bisa dilewati.

Jenis perkerasan ini tahan terhadap perlintasan kendaraan lebih dari 35 ton. Lintasan antara aspal dan elemen eksternal dapat dilindungi oleh dukungan beton bertulang yang dapat diberikan langsung oleh perusahaan. Sehingga menambah stabilitas dan daya tahan. Sambungan khusus membuat platform yang terpasang sangat solid, tahan lama, dan homogen. Persimpangan ini sangat tahan terhadap getaran dan menyerap kebisingan maksimal

Jenis perkerasan jalan di perlintasan sebidang ini sangat cocok untuk diaplikasikan, bahkan pada jembatan yang cukup panjang. Elemen karet dapat digunakan dengan berbagai jenis rel dan bantalan. Bahannya adalah karet kompak yang tahan aus. antar elemen perkerasannya dapat cepat dan mudah dipasang. Elemen tengah dapat ditekuk dan tidak ada alat khusus yang dibutuhkan sehingga sangat mudah pada saat perbaikan jalan rel tidak ada pembongkaran perkerasan jalan seperti yang saat ini terjadi yang memakan waktu lama dan membutuhkan banyak tenaga dan biaya saat pembongkaran dan pengaspalan ulang.

Elemen dihubungkan bersama dengan baut pengencang. Elemen dapat dihapus secara terpisah selama pekerjaan pemeliharaan. Metode pengikat opsional mengunci ke dalam trek. Penyeberangan

level tersedia untuk beberapa jenis *track gauge* dan jenis rel. Bagian antara aspal dan elemen eksternal dapat dilindungi oleh dukungan beton bertulang.

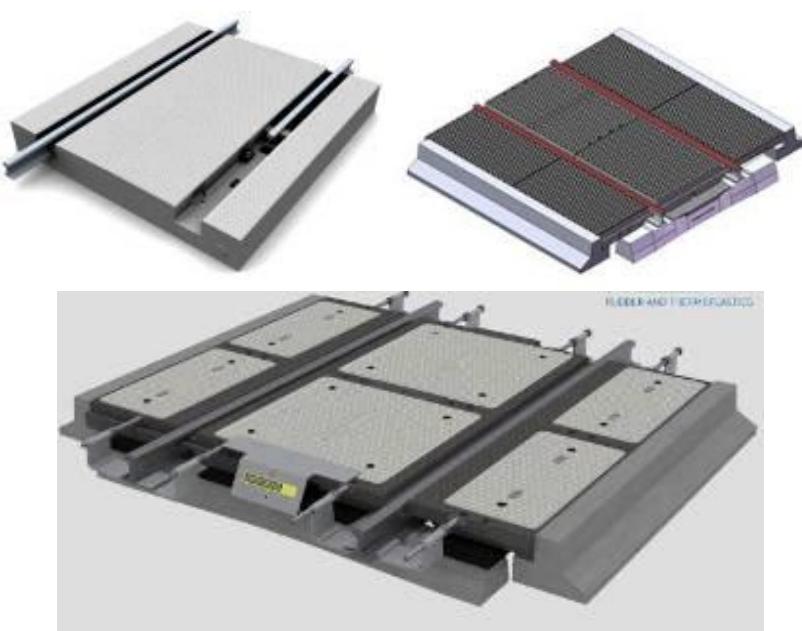
Kegunaan Casing, antara lain: Getaran dan kebisingan minimum; Untuk kendaraan berat melebihi 35 Ton; Stabilitas dan daya tahan tinggi.

Keuntungan menggunakan perkerasan ini, antara lain: Redaman getaran yang baik dan pengurangan kebisingan; Daya tahan muatan yang baik hingga 35 ton; Perakitan dan pembongkaran yang cepat dan rasional; Pastikan isolasi listrik antara dua rel; Untuk lebar rel 1000 mm dan 1435 mm; Elemen untuk jari-jari lentur kecil tersedia Disetujui di Swiss.

F. Disain Fasilitas Keselamatan Perlintasan Sebidang

Berikut ini usulan disign fasilitas keselamatan perlintasan sebidang dengan Yellow Box Detection System secara lengkap yang tepat digunakan pada jalan Kategori A (Kelas Jalan 1 s/d 2), sebagaimana **Gambar 7**. Spesifikasi teknis dari peralatan-peralatan tersebut perlu dikaji lebih mendalam secara teknis guna menjaga kehandalan system keselamatan di perlintasan sebidang.

Untuk usulan disign fasilitas keselamatan perlintasan sebidang tanpa Yellow Box Detection System secara lengkap yang tepat digunakan pada jalan Kategori B (Kelas Jalan 3), sebagaimana **Gambar 8**. Spesifikasi teknis dari peralatan-peralatan tersebut perlu dikaji lebih mendalam secara teknis guna menjaga kehandalan system keselamatan di perlintasan sebidang.



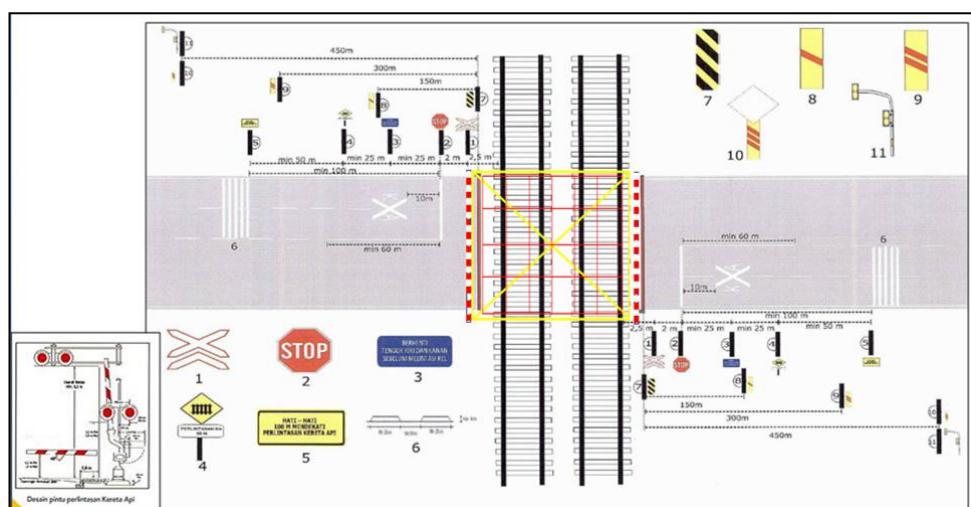
Gambar 6.
Perkerasan Jalan di Perlintasan dengan Bahan Karet dan Beton Cetak.

Bawa komponen perlengkapan keselamatan jalan diperlintasan sebidang (sebagaimana perdirjen darat No. 407 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Lalu Lintas di Ruas Jalan Pada Lokasi Potensi Kecelakaan di Perlintasan Sebidang dengan Kereta Api menjadi bagian tidak terpisahkan dari komponen **peralatan keselamatan perlintasan sebidang** (Termasuk YBDS) yang akan dituangkan dalam PM 94 Tahun 2018. Sehingga pada kedua peraturan tersebut memiliki standar yang sama untuk bisa digunakan baik ditingkat Jalan Nasional, Provinsi, dan Kabupaten/Kota untuk kelas Kategori A (Kelas 1 s/d 2). Sementara untuk Kategori B (Kelas Jalan 3) dapat menggunakan Standar Perlengkapan Jalan tanpa EWS seperti YBDS.

IV. Kesimpulan

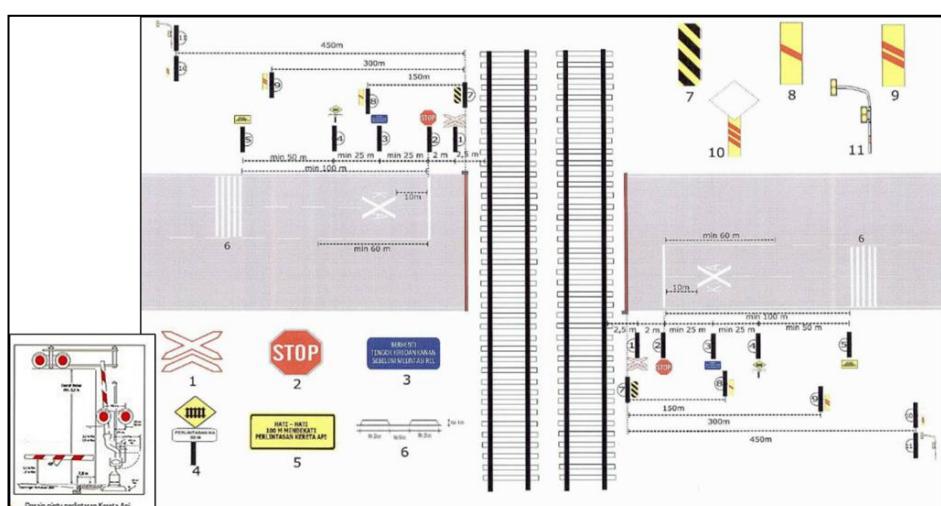
Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut: Beberapa perkerasan jalan di perlintasan sebidang rusak

akibat daya dukung jalan yang tidak memadai sehingga mudah rusak, rusaknya perkerasan jalan tersebut mengurangi kecepatan kendaraan yang melintas dan berpotensi kecelakaan. Jenis perkerasan aspal yang selama ini dibuat pada perlintasan sebidang mudah rusak dan bila ada perbaikan jalan rel di perlintasan harus terjadi pembongkaran dan pengaspalan kembali yang memakan waktu dan biaya yang tinggi oleh karena itu perlu ada teknologi pengembangan jenis material perkerasan jalan di perlintasan sebidang. Dalam hal penutupan perlintasan sebidang akibat kepadatan lalu lintas jalan di perlintasan sebidang tidak disebutkan di PM 36 Tahun 2011 angka V/C Ratio atau kinerja simpangnya seharusnya ditentukan angka pastinya sehingga jelas dalam mengambil keputusan untuk membuat tidak sebidang. Alat pendeteksi KA pada PM 94 Tahun 2018 masih terpisah dengan sistem persinyalan KA, hal ini akan mengurangi tingkat kehandalan peralatan Early Warning System (EWS) bilamana terjadi kegagalan sistem tidak dengan otomatis



Gambar 7.

Disign Fasilitas Perlengkapan Keselamatan Perlintasan Sebidang dengan *Yellow Box & Detection System*.



Gambar 8.

Disign Fasilitas Perlengkapan Keselamatan Perlintasan Sebidang tanpa *Yellow Box & Detection System*.

diatisi. Belum ada marka bebas rintangan (Yellow Box) yang dilengkapi alat pendekripsi rintangan (kendaraan yang melanggar) yang kemudian akan dikirimkan kepada Pengendali Perjalanan KA yang bisa berkomunikasi dengan masinis memberikan warta bahwa perlintasan sebidang belum aman dari rintangan dan juga bisa dikirim kepada penegak hukum untuk menilang kendaraan yang melanggar (E-Enforcement). Penerangan jalan di perlintasan sebidang kurang yang dapat mengurangi tingkat kehati-hatian pengguna jalan.

V. Saran

Daya dukung perkerasan jalan di PS perlu ditetapkan sebagai persyaratan teknis (\geq daya dukung jalan rel minimal axle load 18 ton). Material perkerasan jalan di PS distandardkan beton precast dan/atau material lain yang memiliki elastisitas seperti jalan rel. Penetapan dengan jelas Indikator kinerja jalan $\geq 0,7$ wajib ditingkatkan menjadi tidak sebidang. Alat pendekripsi KA sebagai bagian dari peralatan keamanan diperlintasan sebidang terintegrasi dengan sistem persinyalan seperti yang disebutkan pada PM. No.44 Tahun 2019 misalnya menggunakan *axle counter* atau *track circuit*. Penggunaan alat pendekripsi rintangan/obstacle dan marka yellow box di area rumaja Perlintasan Sebidang bilamana ada kendaraan yang melanggar dan terjebak diperlintasan dapat diketahui masinis dan dikenakan *E-Enforcement*. Penerangan jalan ditentukan sesuai SNI 7391:2008 Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan minimal 30 meter panjang jalan sebelum dan sesudah perlintasan wajib difasilitasi penerangan jalan serta penerangan jalan pada area perlintasan sebidang. Kelengkapan Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang berdasarkan kelas jalan, diusulkan terbagi atas 2 (dua) yaitu kategori A untuk kelas jalan I s/d II dan kategori B untuk kelas jalan III. Pada jalan Kategori A sangat cocok menggunakan teknologi *Yellow Box Detection System* dan Palang Pintu Otomatis karena tingkat keamanan dan keandalannya tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kepala Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian, Direktorat Jenderal Perkeretaapian, BTP Jakarta Banten dan seluruh tim yang telah mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.

Daftar Pustaka

- Beni Widiawan, Fendik Eko Purnomo, Syamsiar Kautsar. 2017. *Sistem Peringatan Pada Perlintasan Sebidang Tidak Berpintu Menggunakan Kontroler Arduino*. Politeknik Negeri Jember. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat 2018, 39, 247-254. Jember.
- Idhar Resmadi, Institut Teknologi Bandung. 2014. *Kajian Moralitas Teknologi Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus: Pintu Perlintasan Kereta Api Cikudapeuh Bandung)*. Jurnal Sosioteknologi Institut Teknologi Bandung Volume 13, No 2 (2014). Bandung.
- Irfan Rusidy Triyanto, Endang Djuana, Ferrianto Gozali, Kuat Rahardjo T S, Sunarto. 2017. *Model Sistem Monitoring Perlintasan Kereta Api Menggunakan Arduino Mega*. Jurnal Telematika Volume 12 No 2 (2017). Bandung: Intitut Teknologi Bandung.
- M. Azzam Firdaus. 2016. *Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- M. Muhsin Yusuf Hendrawan, Rizal Ghifary, Widodo Dwi Wicaksosno. 2016. *Desain Palang Pintu Hidrolik Pada Perlintasan Sebidang Untuk Mengurangi Pelanggaran Penerobosan Palang Pintu Kereta*. Proceedings of the 19th International Symposium of FSTPT. Yogyakarta: Islamic University of Indonesia.
- Musaad, Khaidar. 2017. *Pengaruh Lama Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan*. Tesis. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Nanda Ahda Imron, Natriya Faisal Rachman, Willy Artha Wirawan Adya Aghastya. 2018. *Penerapan Teknologi Automatic Level Crossing di Indonesia*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia Volume 2 No 2 (2018). Madiun: Akademi Perkeretaapian.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2007. *Undang-undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2011. Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2018. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 94 Tahun 2018 tentang Peningkatan Keselamatan Perlintasan Sebidang Antara Jalur Kereta Api dengan Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2014. *Perdirjen Darat No SK.407/AJ.401/DRJD/2018 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Lalu Lintas di Ruas Jalan Pada Lokasi Potensi Kecelakaan di Perlintasan Sebidang dengan Kereta Api*. Jakarta.