

## **PENDETEKSI KENDARAAN UNTUK KEAMANAN PERLINTASAN KERETA API**

**Zulkarnain, Ahmad Yuridan Zindani, Amanda Amalia, Fidi Wincoko Putro, S.ST., M.Kom.**

Rekayasa Perangkat Lunak, Fakultas Teknologi Informasi dan Industri,

Institut Teknologi Telkom Surabaya

**Abstrak**--Kereta Api adalah salah satu moda angkutan massal yang banyak diminati oleh masyarakat. Dalam operasionalnya tidak dapat dihindari apabila relnya bersinggungan dengan jalan raya. Dengan banyaknya rel yang bersinggungan dengan jalan raya dan juga banyaknya pengguna jalan yang kurang disiplin menyebabkan sering terjadinya kecelakaan di perlintasan kereta api. Kecelakaan tersebut biasanya terjadi saat ada kendaraan yang mencoba menerobos palang pintu perlintasan dan terjebak di tengah rel. Selain itu ada juga perlintasan tanpa palang pintu yang menjadi penyebab sering terjadinya kecelakaan. Untuk mengatasi hal tersebut kami membuat sebuah inovasi teknologi yaitu pendeteksi kendaraan yang kami namakan *Smart Cross Line Detector*, alat ini terdiri dari CCTV yang dipasang di perlintasan kereta api dan alat ini sudah terhubung dengan server yang dilengkapi dengan aplikasi pendeteksi kendaraan berbasis *Artificial Intelligence*. Dengan menggunakan metode pengolahan citra dan deteksi objek, aplikasi ini akan mendeteksi kendaraan yang terjebak di perlintasan kereta api. Kemudian aplikasi ini akan menginformasikan kepada masinis kereta api yang akan melintas, Stasiun Kereta Api terdekat, dan kepolisian terdekat. Dengan *Smart Cross Line Detector* ini kami harapkan dapat mencegah kecelakaan yang sering terjadi di perlintasan kereta api.

**Kata Kunci** : cctv, deteksi objek, kecelakaan, kereta api, perlintasan kereta api

**Sub Tema** : Optimalisasi teknologi dan manajemen di bidang Transportasi

## I. PENDAHULUAN

### 1) Latar Belakang

Kereta Api adalah salah satu moda angkutan massal yang banyak diminati oleh masyarakat. Dalam operasionalnya tidak dapat dihindari apabila relnya bersinggungan dengan jalan raya. Dengan banyaknya rel yang bersinggungan dengan jalan raya dan juga banyaknya pengguna jalan yang kurang disiplin menyebabkan sering terjadinya kecelakaan di perlintasan kereta api. Kecelakaan tersebut biasanya terjadi saat ada kendaraan yang mencoba menerobos palang pintu perlintasan dan terjebak di tengah rel. Selain itu ada juga perlintasan tanpa palang pintu yang menjadi penyebab sering terjadinya kecelakaan. Jumlah kecelakaan di perlintasan selama lima tahun terakhir sejak 2013-2018 tercatat sebanyak 1.379 kejadian. Sebanyak 205 atau 14,8% kejadian di perlintasan yang dijaga dan 1.174 atau 85,2% kejadian di perlintasan tidak dijaga. Korlantas Polri mengeluarkan data di tahun 2018 terjadi 4.979 pelanggaran di perlintasan KA [1]. Dari data dan ulasan diatas, artinya tingkat kecelakaan di perlintasan Kereta Api masih sangat tinggi. Tingginya tingkat kecelakaan di perlintasan Kereta Api ini disebabkan oleh penanganan perlintasan sebidang yang belum menjadi prioritas para *stakeholder* [2] .

Dengan begitu perlu ada solusi untuk mengurangi tingginya tingkat kecelakaan di perlintasan sebidang. Pada hari Jum'at, 14 Maret 2016, sebuah sistem deteksi dan peringatan baru dipasang untuk membantu mengatasi risiko kecelakaan di perlintasan Kereta Api. Sistem keamanan kereta api pertama di Asia Tenggara ini menggunakan *Honeywell (HON) Radar Scanner*. Sistem ini dibuat untuk mendeteksi hambatan yang ada di sekitar perlintasan ketika kereta mulai mendekat. Sistem itu juga dirancang memberikan peringatan kepada kereta maupun mereka yang melintas di jalan [3]. Selain itu adapun perlintasan kereta api yang dipasangi palang pintu otomatis untuk mengurangi *human error* [4]. Namun, dengan hanya menggunakan sensor dan palang pintu otomatis masyarakat tetap saja akan melanggar apabila tidak ditindak. Selain itu, alat tersebut hanya memberikan peringatan. Maka tidak ada informasi yang jelas benda apa yang menghalangi perlintasan kereta api. Dengan begitu masih banyak informasi yang dibutuhkan, misalnya dengan menampilkan tampilan visual pada masinis Kereta Api, ataupun untuk mengetahui jenis benda penghalang, plat nomor dari kendaraan yang melanggar, dan data-data lainnya. Dengan menggunakan Kamera yang dilengkapi dengan kecerdasan buatan yang mampu mengidentifikasi benda yang menghalangi perlintasan kereta api nantinya data-data yang dibutuhkan tersebut dapat terpenuhi.

Berdasarkan ulasan diatas maka tercipta sebuah ide untuk membuat alat yang dapat mendeteksi kendaraan penghalang perlintasan Kereta Api dengan menggunakan Kamera yang dilengkapi dengan *software* pendeteksi kendaraan berbasis kecerdasan buatan. Sehingga nantinya dapat menginformasikan benda penghalang perlintasan dengan informasi lengkap.

## 2) Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat pendeteksi kendaraan yang dapat mengumpulkan informasi jenis kendaraan, plat nomor dengan Kamera?
2. Tingkat keberhasilan mendeteksi kendaraan di perlintasan kereta api.

## 3) Tujuan dan Manfaat

Tujuan :

1. Membuat pendeteksi kendaraan penghalang perlintasan Kereta Api dengan Kamera.
2. Mengukur tingkat keberhasilan Kamera dan AI dalam mendeteksi kendaraan di perlintasan keretea api.

Manfaat :

1. Mampu mendeteksi secara otomatis kendaraan di perlintasan Kereta Api.

## 4) Hipotesis

Dengan menggunakan alat ini nantinya akan mempermudah petugas mengetahui apabila ada kendaraan yang terjebak di perlintasan keretea api. Alat ini juga akan mendeteksi secara otomatis dan nantinya bisa dikembangkan agar bisa mengirim notifikasi secara otomatis sehingga petugas bisa segera menindak lanjuti.

## 5) Rancangan Penelitian

Dalam tahap penelitian pembuatan *smart cross line detector* ini menggunakan langkah kerja yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Pembuatan Aplikasi Pendeteksi Otomatis

Dalam pembuatan aplikasi ini kami menggunakan metode CNN (*Convolutional Neural Net*)

2. Pemasangan Kamera Di Perlintasan Kereta Api

Tahap selanjutnya kami akan memasang kamera di perlintasan kereta api.

3. Menghubungkan Kamera ke Server

Setelah kamera terpasang di perlintasan kereta api selanjutnya kami akan menghubungkan kamera ke server yang telah dilengkapi dengan *software* pendeteksi kendaraan yang telah

dibuat sebelumnya.

#### 4. Pengembangan

Setelah pengujian dan alat sudah berfungsi dengan baik, selanjutnya alat ini akan dikembangkan misalnya agar alat ini bisa mengirimkan notifikasi secara otomatis ke Stasiun Kereta Api Terdekat, Polres Terdekat, dan kantor-kantor lain yang membutuhkan data-datanya.

### 6) Tinjauan Pustaka

#### 6.1. Kereta Api

Kereta api adalah sarana transportasi berupa kendaraan dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan kendaraan lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di rel. Kereta api merupakan alat transportasi massal yang umumnya terdiri dari lokomotif (kendaraan dengan tenaga gerak yang berjalan sendiri) dan rangkaian kereta atau gerbong (dirangkaikan dengan kendaraan lainnya). Rangkaian kereta atau gerbong tersebut berukuran relatif luas sehingga mampu memuat penumpang maupun barang dalam skala besar. Karena sifatnya sebagai angkutan massal efektif, beberapa negara berusaha memanfaatkannya secara maksimal sebagai alat transportasi utama angkutan darat baik di dalam kota, antarkota, maupun antar negara. [5]

#### 6.2. Palang Pintu Perlintasan Kereta Api

Palang pintu perlintasan rel kereta api merupakan salah satu sarana prasarana kereta api yang berfungsi untuk simbol bahwa kereta api akan melintasi rel dan para pengendara harus berhenti karena kereta akan melintas, palang pintu ini juga berfungsi untuk melindungi dan memberikan peringatan bahwa akan ada kereta yang melintas. Tetapi pada kenyataannya banyak sekali pengendara yang. [6]

#### 6.3. Perlintasan Sebidang

Persimpangan sebidang adalah pertemuan 2 ruas jalan atau lebih yang berbasis sama seperti jalan raya dengan jalan raya. Perlintasan sebidang didefinisikan sebagai pertemuan jalan raya dan jalan kereta api. Umumnya pengaturan persimpangan sebidang dengan marka, rambu, pulau jalan, bundaran dan lampu lalu lintas. Pengaturan lebih sulit dilakukan untuk perlintasan sebidang yakni jalan raya dengan jalan kereta api dimana melibatkan arus kendaraan bermotor pada satu sisi dan arus kereta api pada sisi lain.

Berdasarkan waktu penggunaan perlintasan, kereta api menggunakan perlintasan dengan jadwal tertentu walaupun sering sekali tidak tepat waktu sedangkan kendaraan yang melewati

persimpangan tidak terjadwal sehingga arus kendaraan dapat melintasi perlintasan kapan saja. Dari segi akselerasi dan sistem pengereman diperoleh kendaraan bermotor lebih unggul dibandingkan kereta api dimana kendaraan dalam melakukan berakselerasi lebih singkat dari kereta api begitu juga dengan waktu dan jarak pengereman, kendaraan bermotor memiliki waktu pengereman dan jarak pengereman yang lebih pendek dari kereta api. Dengan demikianlah terpolalah perlintasan kereta api dengan jalan raya menganut sistem prioritas untuk kereta api dimana arus kendaraan harus berhenti dahulu ketika kereta api melewati perlintasan. Perlintasan sebidang antara jalan raya dengan jalan kereta api biasanya akan menimbulkan berbagai kondisi antara lain kecelakaan. Beberapa perlintasan sebidang yang ditingkatkan penanganannya dengan menggunakan *fly over* maupun *under pass*. [7]

#### **6.4. Kendaraan**

Kendaraan adalah kendaraan yang di gerakkan menggunakan mesin yang biasanya dipergunakan untuk mengangkut barang/ orang dari satu tempat ke tempat lainnya. Peralatan teknik dalam ketentuan ini dapat berupa motor atau peralatan lainnya yang berfungsi untuk mengubah suatu sumber daya energi tertentu menjadi tenaga gerak kendaraan bermotor yang bersangkutan. Pengertian kata berada dalam ketentuan ini adalah terpasang pada tempat sesuai dengan fungsinya. Termasuk dalam pengertian kendaraan bermotor adalah kereta gandengan atau kereta tempelan yang dirangkaikan dengan kendaraan bermotor sebagai penariknya [8]. Secara umum, ada 2 (dua) kelompok besar moda transportasi (kendaraan) yaitu:

##### **1. Kendaraan Pribadi**

Alat transportasi yang dikhususkan buat pribadi yang mempunyai hak atas kepemilikannya mempunyai kebijakan sendiri. Contoh kendaraan pribadi seperti sepeda, sepeda motor, mobil, kapal, maupun pesawat terbang [8].

##### **2. Kendaraan Umum**

Alat transportasi yang digunakan untuk orang banyak, kepentingan bersama, menerima pelayanan bersama, mempunyai arah dan titik tujuan yang sama, serta terikat dengan peraturan trayek yang sudah ditentukan dan jadwal yang sudah ditetapkan dan para pelaku perjalanan harus wajib menyesuaikan diri dengan ketentuan-ketentuan tersebut apabila angkutan umum ini sudah mereka pilih [8].

#### **6.5. Kamera**

Kamera adalah alat paling populer dalam aktivitas fotografi. Nama ini didapat dari camera

obscura, bahasa Latin untuk "ruang gelap", mekanisme awal untuk memproyeksikan tampilan di mana suatu ruangan berfungsi seperti cara kerja kamera fotografis yang modern, kecuali tidak ada cara pada waktu itu untuk mencatat tampilan gambarnya selain secara manual mengikuti jejaknya. Dalam dunia fotografi, kamera merupakan suatu peranti untuk membentuk dan merekam suatu bayangan potret pada lembaran film. Pada kamera televisi, sistem lensa membentuk gambar pada sebuah lempeng yang peka cahaya. Lempeng ini akan memancarkan elektron ke lempeng sasaran bila terkena cahaya. Selanjutnya, pancaran elektron itu diperlakukan secara elektronik. Dikenal banyak jenis kamera potret [9].

#### **6.6. CCTV (Closed Circuit Television)**

CCTV (Closed Circuit Television) adalah sistem pengawasan atau monitoring suatu kawasan menggunakan kamera video yang dipasang ditempat-ditempat tertentu, dirangkai menjadi sebuah jaringan tertutup dan dapat dipantau dari sebuah ruang kontrol. [10]

Prinsip kerja CCTV tidak jauh berbeda dengan kamera video. Hanya saja CCTV lebih cenderung digunakan dengan alasan keamanan suatu tempat dan membantu mengurangi tingkat kejahatan. Saat ini sudah banyak tempat umum menggunakan prinsip kerja CCTV. Hal ini dikarenakan harga kamera CCTV tidaklah terlalu mahal dan harga pengoperasiannya dapat disesuaikan oleh keuangan masing-masing pemilik [11]. Yang paling berbeda adalah bentuk kamera CCTV yang kecil dan dipasang di atas atap atau menempel ditembok. Perbedaan dari kamera video, kamera CCTV lebih sering menangkap gambar dengan kecepatan rendah sekitar 15fps (frame per second). Ada beberapa CCTV yang dapat bergerak kekanan, kekiri, keatas, atau kebawah dan bahkan digerakkan lewat jarak jauh, serta Zooming. Kamera seperti ini disebut dengan kamera dengan feature PTZ (pan, tilt and zoom) [11].

Kabel yang digunakan untuk CCTV biasanya adalah kabel coaxial yang sering digunakan oleh TV analog untuk menangkap sinyal broadcast dari antena TV. Sedangkan jika menggunakan sinyal wireless menggunakan frekuensi 2.4 Gigahertz. CCTV biasanya digunakan untuk mengawasi sebuah tempat berkaitan dengan masalah keamanan ataupun kerahasiaan tempat, misalnya digunakan di toko, bank, ataupun tempat publik yang ramai [11].

#### **6.7. Pengolahan Citra**

Pengolahan citra merupakan suatu metode atau teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar dengan jalan memanipulasinya menjadi suatu data gambar yang diisikan untuk mendapatkan suatu informasi tertentu mengenai obyek yang sedang diamati [12].

## 6.8. AI (Artificial Intellegence)

AI (Artificial Intellegence) atau Kecerdasan Buatan merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (Komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia. [13]

Untuk melakukan hal ini, setidaknya ada tiga metode yang dikembangkan :

### 6.8.1. Fuzzy Logic(FL)

Teknik ini digunakan oleh mesin untuk mengadaptasi bagaimana makhluk hidup menyesuaikan kondisi dengan memberikan keputusan yang tidak kaku 0 atau 1. Sehingga dimunculkan sistem logika fuzzy yang tidak kaku. Penerapan logika fuzzy ini salah satunya adalah untuk sistem pengereman kereta api di Jepang[14].

### 6.8.2. Evolutionary Computing (EC)

Pendekatan ini menggunakan skema evolusi yang menggunakan jumlah individu yang banyak dan memberikan sebuah ujian untuk menyeleksi individu terbaik untuk membangkitkan generasi selanjutnya. Seleksi tersebut digunakan untuk mencari solusi dari suatu permasalahan. Contoh dari pendekatan ini adalah Algoritme Genetika yang menggunakan ide mutasi dan kawin silang, *Particle Swarm Optimization (PSO)* yang meniru kumpulan binatang seperti burung dan ikan dalam mencari mangsa, Simulated Annealing yang menirukan bagaimana logam ditempa, dan masih banyak lagi.

### 6.8.3. Machine Learning (ML)

Machine Learning (ML) atau pembelajaran mesin merupakan teknik yang paling populer karena banyak digunakan untuk menggantikan atau menirukan perilaku manusia untuk menyelesaikan masalah. Sesuai namanya ML mencoba menirukan bagaimana proses manusia atau makhluk cerdas belajar dan menggeneralisasi.

## 6.9. Machine Learning

Machine Learning (ML) atau pembelajaran mesin merupakan pendekatan dalam AI yang banyak digunakan untuk menggantikan atau menirukan perilaku manusia untuk menyelesaikan masalah atau melakukan otomatisasi. Sesuai namanya, ML mencoba menirukan bagaimana proses manusia atau makhluk cerdas belajar dan menggeneralisasi [14]. Setidaknya ada dua aplikasi utama dalam ML yaitu, klasifikasi dan prediksi . Ciri khas dari ML adalah adanya proses pelatihan, pembelajaran, atau training.

Oleh karena itu, ML membutuhkan data untuk dipelajari yang disebut sebagai data training. Klasifikasi adalah metode dalam ML yang digunakan oleh mesin untuk memilah atau mengklasifikasikan obyek berdasarkan ciri tertentu sebagaimana manusia mencoba membedakan benda satu dengan yang lain. Sedangkan prediksi atau regresi digunakan oleh mesin untuk menerka keluaran dari suatu data masukan berdasarkan data yang sudah dipelajari dalam training. Metode ML yang paling populer yaitu Sistem Pengambil Keputusan, Support Vector Machine (SVM) dan Neural Network.

#### **6.10. Deep Learning**

Deep Learning merupakan bagian dari Machine Learning yang terdiri dari banyak lapisan (hidden layer) dan membentuk tumpukan, lapisan tersebut adalah sebuah algoritma atau metode yang melakukan klasifikasi perintah yang diinput hingga menghasilkan output. Metode Deep Learning yang sedang berkembang salah satunya adalah Convolutional Neural Network. Jaringan ini menggunakan masukan berupa gambar, kemudian akan melalui lapisan konvolusi dan diolah berdasarkan filter yang ditentukan, setiap lapisan ini menghasilkan pola dari beberapa bagian citra yang memudahkan proses klasifikasi [15].

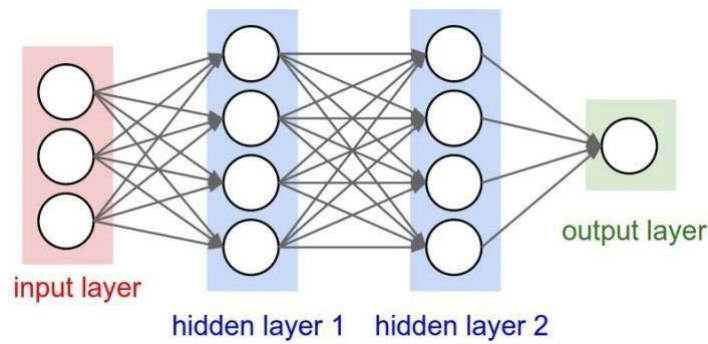
#### **6.11. Metode CNN (*Convolutional Neural Network*)**

Metode CNN adalah salah satu pengembangan yang lebih lanjut dari metode MLP yang dikarenakan menggunakan metode yang mirip dengan dimensi yang lebih banyak. Di dalam metode CNN, input layer yang digunakan sebelumnya bukanlah bentuk 1 dimensi melainkan bentuk dari dua dimensi. Apabila dianalogikan dengan fitur-fitur dari wajah manusia, layer pertama adalah penggambaran goresan-goresan yang berbeda arah yang mana pada layer kedua fitur tersebut seperti bentuk mata, hidung, dan mulut mulai terlihat, proses tersebut dikarenakan penggabungan dari layer pertama yang masih berupa goresan-goresan, di dalam layer ketiga akan terbentuk kombinasi fitur-fitur mata hidung, dan mulut yang mana nantinya akan disimpulkan dengan wajah orang tertentu bahkan dapat kemungkinan sudah dapat diidentifikasi hasilnya [16].

## **II. METODE**

Cara kerja CNN memiliki kesamaan pada MLP, namun dalam CNN setiap neuron dipresentasikan dalam bentuk dua dimensi, tidak seperti MLP yang setiap neuron hanya berukuran satu dimensi.





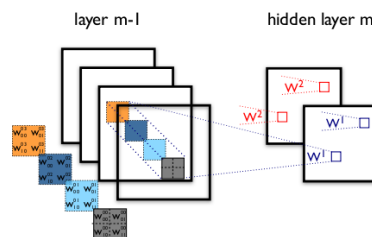
**Gambar 2.1** Arsitektur MLP Sederhana

Sebuah MLP seperti pada Gambar 2.1. memiliki  $i$  layer (kotak merah dan biru) dengan masing-masing layer berisi  $j$  neuron (lingkaran putih). MLP menerima input data satu dimensi dan mempropagasikan data tersebut pada jaringan hingga menghasilkan *output*. Setiap hubungan antar neuron pada dua layer yang bersebelahan memiliki parameter bobot satu dimensi yang menentukan kualitas mode. Disetiap data *input* pada layer dilakukan operasi *linear* dengan nilai bobot yang ada, kemudian hasil komputasi akan ditransformasi menggunakan operasi *non linear* yang disebut sebagai fungsi aktivasi.

Pada CNN, data yang dipropagasikan pada jaringan adalah data dua dimensi, sehingga operasi linear dan parameter bobot pada CNN berbeda. Pada CNN operasi linear menggunakan operasi konvolusi, sedangkan bobot tidak lagi satu dimensi saja, namun berbentuk empat dimensi yang merupakan kumpulan kernel konvolusi seperti pada Gambar.2. Dimensi bobot pada CNN adalah:

$$\text{neuron input} \times \text{neuron output} \times \text{tinggi} \times \text{lebar}$$

Karena sifat proses konvolusi, maka CNN hanya dapat digunakan pada data yang memiliki struktur dua dimensi seperti citra dan suara.



**Gambar 2.2** Proses Konvolusi pada CNN

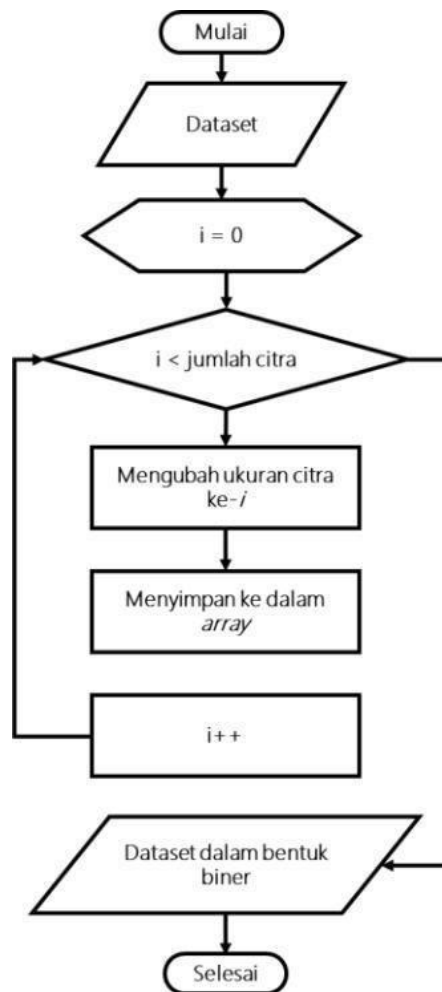
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Smart Cross Line Detector* merupakan alat untuk mendeteksi kendaraan yang terjebak di

perlintasan kereta api secara otomatis. Dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mengidentifikasi kendaraannya. Selain mendeteksi kendaraan alat ini juga akan mendeteksi benda apapun yang menghalangi perlintasan kereta api saat kereta api akan segera melintas.

Dengan melakukan pengembangan diharapkan nantinya alat ini bisa mengirimkan notifikasi secara otomatis ke petugas-petugas yang membutuhkan informasinya, semisal stasiun kereta terdekat, kantor polisi terdekat dan lainnya.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, kami akan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*, CNN akan dilatih terlebih dahulu demi mendapatkan filter yang optimal dan berfungsi untuk mendapatkan fitur dengan performa yang baik pada proses pengembalian citra. CNN akan berusaha untuk memetakan citra ke dalam kelasnya masing - masing dengan memanfaatkan metode konvolusi untuk mendapatkan fiturnya. Dari fitur tersebut, *fully connected layer* akan melakukan tahap klasifikasi. Penelitian melakukan pelatihan CNN dengan menggunakan *dropout* untuk mengurangi efek *overfitting*. Sementara, itu, penggunaan *Batch Normalization* pada CNN mampu mengurangi masalah seperti *internal covariate shift*. Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut, maka penelitian ini akan berusaha untuk memanfaatkan dan mengimplementasikan metode CNN pada bidang *image retrieval*. Penelitian akan berfokus pada performa dari CBIR dengan fitur yang didapat dari pelatihan CNN. Penggunaan kernel berupa filter Gabor juga akan dimanfaatkan pada lapisan konvolusi CNN. Tujuan digunakannya filter ini adalah untuk mendapatkan tekstur dari citra. Penggunaan filter ini juga dianggap mampu menyamai persepsi visual manusia dalam melakukan ekstraksi fitur.



**Gambar 3.1** Alur data preprocessing

Gambar 3.1 menunjukkan alur dari *data preprocessing*. *Data preprocessing* akan dilakukan dengan mengubah citra berformat webp menjadi berkas biner. Pemrosesan ini bertujuan agar program tidak perlu membaca satu per satu citra, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

#### IV. KESIMPULAN

Dengan alat yang kami namakan *Smart Cross Line Detector* ini nantinya bisa mempermudah petugas mengetahui kendaraan yang terjebak di perlintasan kereta api, sehingga nantinya kendaraan tersebut bisa segera dievakuasi sebelum terjadi tabrakan dengan kereta api yang akan melintas. Alat ini masih perlu pengembangan, agar nantinya bisa secara otomatis memberhentikan kereta jika jaraknya memungkinkan, dengan begitu kecelakaan di perlintasan kereta api bisa benar-benar di cegah.

#### IV. DAFTAR PUSTAKA

1. A. Dwijayanto, "Perlindungan Kereta Api masih rawan kecelakaan," 2019. [Online]. Available: <https://industri.kontan.co.id/news/perlindungan-kereta-api-masih-rawan-kecelakaan>. [Accessed: 07-Dec-2019].
2. "Perlindungan Sebidang Kereta Masih Jadi Algojo di Jalan." [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20190906144545-4-97636/perlindungan-sebidang-kereta-masih-jadi-algojo-di-jalan>. [Accessed: 07-Jan-2020].
3. A. N. Ngazis, "Radar Canggih Ini 'Jaga' Perlindungan Kereta Api Bintaro - VIVA," 2016. [Online]. Available: <https://www.viva.co.id/arsip/743820-radar-canggih-ini-jaga-perlindungan-kereta-api-bintaro>. [Accessed: 09-Dec-2019].
4. M. A. Firdaus, B. Utomo, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Semarang, "Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis Dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 12–17, 2016.
5. D. Ayu and N. Sriastuti, "Kereta Api Pilihan Utama Sebagai Moda Alternatif," vol. 4, pp. 26–34, 2015.
6. M. G. Putri, N. Fairusiyah, Dwiyanto, and Y. Dharmawan, "Samurai PKK ( Sistem Palang Pintu Pencegah Kecelakaan Kereta Api ) dengan Control Room dan Wifi Signal," *J. Imiah Mhs.*, vol. 3, no. 2, pp. 78–84, 2013.
7. Y. Aswad, "Studi Kelayakan Perlindungan Sebidang antara Jalan Kereta Api dengan Jalan Raya," pp. 183–189.
8. C. Hidayat and A. Muhtadi, "ANALISIS KETERTARIKAN PENGGUNA MOBIL PRIBADI TERHADAP RENCANA OPERASIONAL TREM DI SURABAYA ( Studi Kasus Pada Koridor Utara-Selatan Kota Surabaya )," *Narotama J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 32–43, 2018.
9. M. Munir, P. Photography, and S. Yogyakarta, "Belajar Fotografi = Paham Dasar-Dasar Fotografi dan Kamera," *Aperture*, 2000.
10. M. Bestari, "Rancangan Aplikasi Monitoring Kamera Cctv Untuk Perang' Kat Mobile Berbasis Android," *Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 3, p. 46, 2016.
11. A. Rohmadi, "Monitoring Cctv Digital Secara Online Melalui Internet & Mobile Phone Pada Jaringan Wireless Lan : Studi Kasus Padapt Tiga Sinar," *Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–28, 50 2016.
12. A. R. Putri, "Pengolahan Citra Dengan Menggunakan Web Cam Pada Kendaraan Bergerak Di Jalan Raya," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 1, no. 01, pp. 1–6, 2016.
13. Nasri, "Kecerdasan buatan ( Artificial Intelligence )," *Artif. Intell.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2014.
14. A. Ahmad, "Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep

- Learning,” J. Teknol. Indones., no. October, p. 3, 2017.
15. R. D. Nurfitia and G. Ariyanto, “Implementasi Deep Learning Berbasis Tensorflow Untuk Pengenalan Sidik Jari,” Emit. J. Tek. Elektro, vol. 18, no. 01, pp. 22–27, 2018.
  16. V. Maha, P. Salawazo, D. Putra, J. Gea, F. Teknologi, and U. P. Indonesia, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network ( Cnn ) Pada Penegalan Objek Video Cctv,” vol. 3, no. 1, pp. 74–79, 2019.

