

DETEKSI RINTANGAN DI PERLINTASAN SEBIDANG KERETA API MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA

OBSTACLE DETECTION AT RAILWAY CROSSROADS USING IMAGE PROCESSING

Muhammad Naufan Rifki¹, Ahmad Sugiana P²., Bandiyah Sri Aprilia³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Vand.mxp@gmail.com ¹ sugianaa@telkomuniversity.ac.id ² bandiyah@telkomuniversity.ac.id ³

Abstrak

Apabila terdapat potensi bahaya tabrakan di perlintasan kereta maka penjaga pintu perlintasan memberi sinyal semboyan serta menghubungi stasiun kendali untuk menghentikan laju kereta yang dikendarai masinis, akan tetapi banyak perlintasan kereta api di Indonesia yang bertipe *passive level crossing* yang dijaga oleh petugas. Sistem pendeteksi bahaya tabrakan objek yang disusun atas komponen *single board computer*, komunikasi LORA dan mesin pengolahan citra dengan metode HOG & SVM sebagai alternatif ekonomis namun tetap efektif yang dapat dipasang di perlintasan kereta di daerah pelosok di Indonesia.

Dari hasil pengujian purwarupa sistem dari pengaturan threshold batas bawah keyakinan 20% menghasilkan akurasi klasifikasi deteksi objek sebesar 89% dan persentase keberhasilan pengiriman informasi perlintasan sebanyak 53% dengan kondisi pengujian di area urban perkotaan.

Kata kunci: perlintasan kereta, HOG & SVM, pendeteksi bahaya

Abstract

If there is a potensial of collision hazard on railroad crossing then the crossing guard will give the signal and call the control station to stop train that passes by, but there is so many railroad crossing with type of passive level crossing which have not guards. The collision detection system consisted of single board computer, LORA communication module, and Image processing machine with HOG & SVM method embedded within it as the cheap and effective solution to tackled such problem.

From Prototype testing with 20% confidence threshold, the outcome has 89 % true rate for the classification and 53% successful rate of the communication on urban city test condition.

Keywords: railroad crossing, HOG & SVM, Hazard Detection

1. Pendahuluan

Kereta Api merupakan salah satu dari transportasi darat yang sangat efisien, salah satu keunggulan dari kereta api ini adalah bisa mengangkut banyak orang, hemat biaya dibanding transportasi darat yang lain, hemat bahan bakar dan terhindar dari kemacetan karena kereta mempunyai rutenya sendiri. Berdasarkan data di Badan Statistik Indonesia jumlah pengguna kereta api terus meningkat dari tahun ke tahun [1]. Statistik kecelakaan perlintasan kereta api paling sering terjadi di jalur lintas dengan tipe *passive level crossing* yakni jalur perlintasan pedesaan luar kota dan pedesaan yang minim dilengkapi pengaman atau palang pintu dan hanya marka sederhana. Dari hasil wawancara dengan petugas selain pohon tumbang dan batuan yang menimbun rel, objek lain yang dibuang maupun tercecer dari kendaraan yang melintas pun turut berpotensi menyebabkan kereta api seperti jalur atau merusak struktur roda dan rel, menurut peraturan menteri perhubungan no.10 tahun 2011 mengatur bahwa jarak pengereman kereta ke bagian perlintasan sebidang adalah minimal 700 meter.

Selain alasan biaya pemasangan pos penjagaan di *passive level crossing*, tantangan yang terdapat di Indonesia sendiri adalah variasi kendaraan dan objek yang melintas sangat beragam ditambah dengan banyaknya kendaraan modifikasi yang dapat mempengaruhi akurasi pembacaan, untuk menangani ketidakpastian bentuk dan gangguan citra tersebut penggunaan metode HOG (*Histogram of Oriented Gradients*) sebagai descriptor dianggap cocok karena memiliki toleransi terhadap perubahan bentuk geometri objek namun tetap dapat mempertimbangkan selektifitas tinggi [3], ditambahkan dengan SVM (*Support Vector Machine*) sebagai *classifier* objek untuk menanggulangi banyaknya variasi kendaraan yang melintas karena nilai *threshold* lebih fleksibel dapat diatur lebih luas[3] sehingga dapat tetap mendeteksi kendaraan meskipun dalam keadaan modifikasi berat.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Deskripsi Cara Kerja dan Konsep Solusi

Rancang sistem pengawasan perlintasan sebidang otomatis memanfaatkan sistem pengolahan citra. Sistem dipasang di tempat tinggi dengan kamera menghadap ke area perlintasan sebidang, kamera akan menangkap citra area perlintasan kereta, kemudian diteruskan pengolah citra untuk membaca kendaraan mobil yang lewat dan status area aman dilintasi kereta. Informasi halangan dan area aman akan dikirim secara nirkabel ke pusat kendali operasi kereta, Sistem juga akan menyalakan lampu sinyal berhenti ke arah kereta melintas.

2.2 Sistem Pengawasan Perlintasan Sebidang PT KAI

Perlintasan sebidang adalah tempat dimana rel kereta berpotongan dengan jalan lainnya seperti jalan raya. dari aspek sistem keamanan persyaratan perlintasan sebidang yang berlaku di Indonesia, perlintasan harus memiliki kelengkapan teknis berupa palang pintu yang menutup penuh lebar jalan dilengkapi panel pelayanan dan indikator arah kedatangan kereta api [4]. Dijelaskan dalam Peraturan Menteri Perhubungan No.36 tahun 2011 bahwa perlintasan sebidang harus dilengkapi dengan rambu, marka dan alat pemberi isyarat lalu lintas dan petugas penjaga pintu perlintasan. Rambu dan marka jalan adalah marka penunjuk keberadaan perlintasan sebidang untuk pengguna jalan raya, bentuk rambu berupa lampu peringatan dan papan peringatan, sedangkan untuk masinis rambu ini disebut semboyan. Semboyan berupa kumpulan isyarat lalu lintas pengatur laju kereta, pemberi isyarat berupa marka dinamik yang dapat dikendalikan dari jauh, lampu atau bendera yang dikibarkan oleh penjaga perlintasan sebidang.

Saat melaju di perlintasan sebidang, terlebih dahulu masinis mendapat izin status aman melintas dari penjaga perlintasan dan pusat kendali operasi. Apabila terdapat rintangan di perlintasan tersebut maka penjaga lintasan akan memberikan semboyan 3 artinya isyarat berhenti sambil berlari menuju ke arah kereta api. Semboyan 3 juga dapat diberikan menggunakan marka dinamik yang dipasang 700 meter sebelum pintu perlintasan. Berikut ini adalah contoh marka semboyan 3.



Gambar 1. macam semboyan 3 dengan manusia dan marka elektronik

2.3 Histogram of Oriented Gradients dan Support Vector Machine

Metode ekstraksi fitur dan deteksi objek ini pertama kali dicetuskan oleh Dalal dan Triggs (2005) dalam aplikasi deteksi keberadaan objek manusia, metode ini dibuat untuk mengatasi tantangan deteksi dan memisahkan objek manusia secara baik walaupun dengan pose beragam disertai latar belakang tidak jelas dan citra pencahayaan buruk. HOG digunakan sebagai metode ekstraksi ciri dengan ide prinsip bahwa suatu objek memiliki representasi distribusi histogram berdasarkan bentuk arah objek citranya yang dapat dijadikan bahan pembeda terhadap objek lain disekitarnya. Mesin dilatih dengan SVM untuk dapat membedakan objek yang dimaksud terhadap non-objek yang dimaksud sesuai bobot keyakinan deteksi, apabila bobot keyakinan jatuh dibawah threshold maka citra dianggap non-objek, apabila bobot keyakinan berada diatas keyakinan deteksi maka citra diklasifikasikan sebagai objek.

2.4 Raspberry pi

Raspberry Pi adalah *single board computer* menggunakan *system on a chip* (SoC) dimana Central Processing Unit (CPU), Graphics Processing Unit (GPU), dan memori ada dalam satu kesatuan Integrated Circuit (IC).

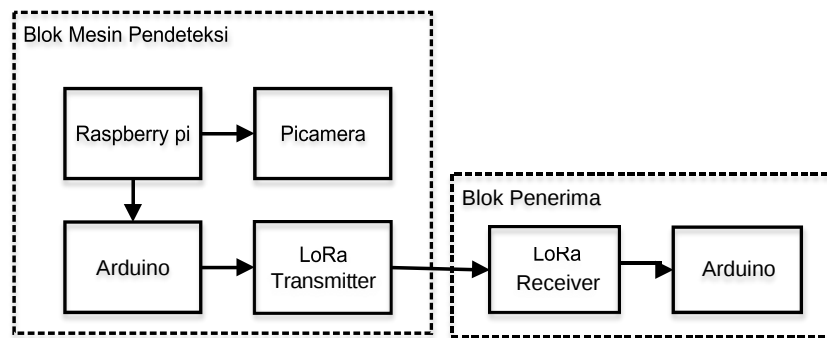
2.5 Modul Pi camera

Modul kamera atau Pi Camera dengan resolusi 5 megapixel modul ini dapat langsung digunakan dengan menyambungkannya langsung melalui CSI Connector yang ada di papan raspberry pi, pemrosesan data citra kamera diolah langsung oleh GPU Raspberry pi.

2.6 LORA

Long Range wireless data telemetry adalah komunikasi elektronik yang memanfaatkan frekuensi radio VHF/UHF bi-directional. Modul transceiver LORA memanfaatkan frekuensi 433mhz, mengirimkan data 256 byte sejauh 10 km dengan konsumsi daya 3.3 volt, dengan kecepatan pengiriman data 300kbps. Antarmuka yang digunakan adalah dengan menghubungkan port SPI.

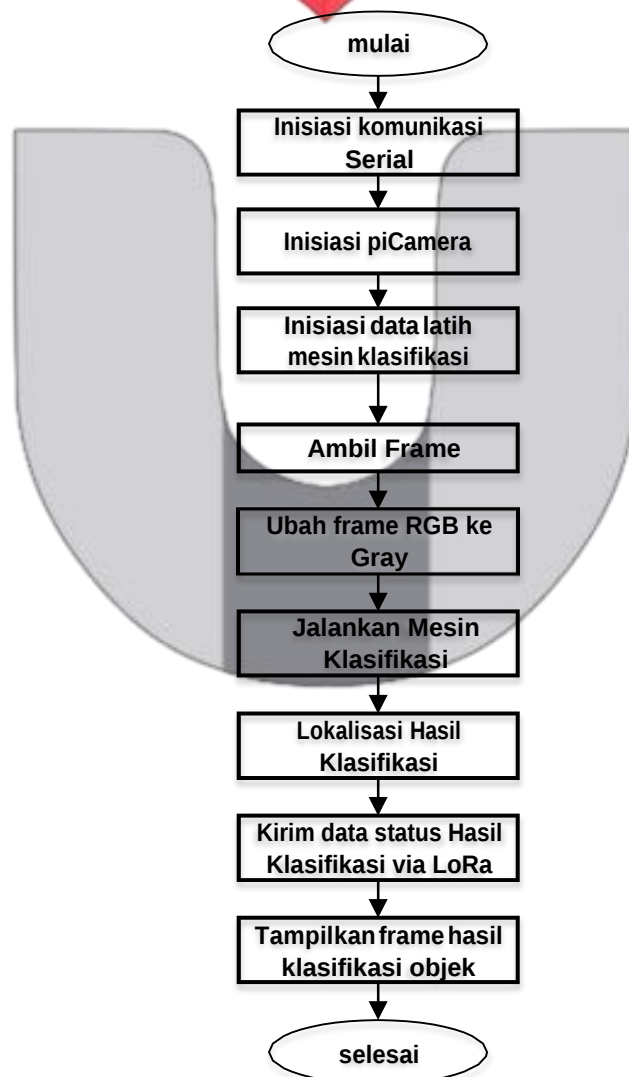
2.7 Perancangan Sistem



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

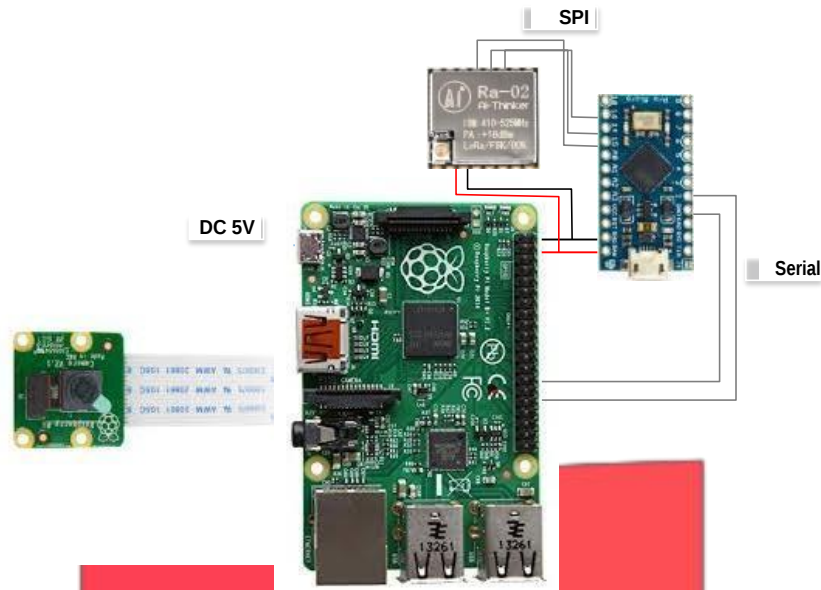
2.7.1 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk proses produksi adalah Arduino IDE dengan bahasa pemrograman yaitu C kemudian di sisi Single board computer menggunakan Python. Diagram Alir dari sistem yang akan di buat pada tugas akhir ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan

2.7.2 Perancangan Perangkat Keras

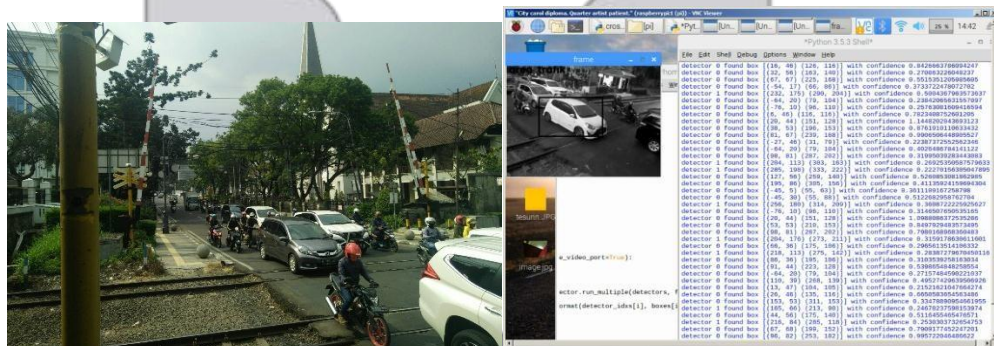


Gambar 4. Gambaran Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

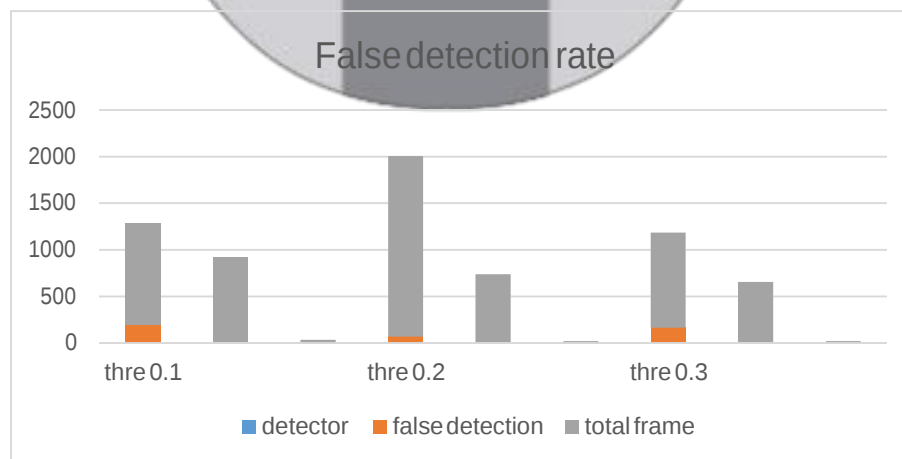
3. Pengujian dan Analisis

3.1 Pengujian Klasifikasi dan Deteksi

Pengujian ini dilakukan dengan cara diaplikasikan di keadaan sesungguhnya. Mesin klasifikasi diuji dengan memasang sistem di area perlintasan kode 163



Gambar 5. Implementasi Mesin Deteksi dan Klasifikasi

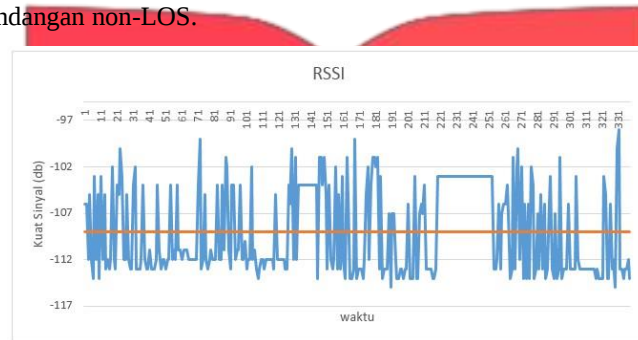


Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Mesin Deteksi dan Klasifikasi

Dari hasil pengujian tingkat threshold dan false detection rate terlihat bahwa mesin bekerja dengan baik mengumpulkan data citra dengan tidak mengabaikan data pencilaan di rentang minimum threshold keyakinan 0.2 akan tetapi terlihat di grafik data detector 1 terlihat mesin klasifikasi mengalami overfit, tingkat keyakinan landai di point 0.6

3.2 Pengujian Transmisi Informasi

Pengujian ini dilakukan dengan cara menaruh mesin deteksi dan transmitter di pos jaga 163 kemudian sisi receiver ditaruh di jarak 902.79 meter tepatnya di pos sinyal dan transmisi DAOP 2 PT KAI. variabel lingkungan adalah perkotaan dengan pandangan non-LOS.



Gambar 6. Grafik Pengujian Sinyal Transmisi



Gambar 7. Grafik Pengujian keberhasilan pengiriman

Rata-rata kuat sinyal di kisaran -108 db dengan kuat sinyal terendah di -115db dan tertinggi -98db. Paket terkirim sebanyak 338 data dan diterima dengan baik 180 data, persentase keberhasilan pengiriman data sebanyak 53%.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin klasifikasi dan deteksi berhasil memperoleh persentase ketepatan deteksi 89 % untuk setiap klasifikasi jalur aman, objek kereta melintas, dan objek kendaraan mobil
2. Persentase keberhasilan pengiriman data hanya 53%, angka ini terhitung rendah hal ini dikarenakan faktor medium penghalang bangunan dan pepohonan tinggi. Peletakkan dan perancangan antena modul LORA perlu dirancang dengan baik untuk mencapai tingkat keberhasilan 100%

Daftar Pustaka:

- [1] Badan Pusat Statistik. (n.d.). Jumlah Penumpang Kereta Api. Retrieved 09 29, 2017, from Badan Pusat Statistik Web site: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/815>
- [2] Sudibyo, M. M. (2013, Desember 11). Jarak 200 Meter Tak Cukup Untuk Mengerem, di Balik Tragedi Bintaro 2. Retrieved Oktober 8, 2017, from Ekliptika: <https://ekliptika.wordpress.com/2013/12/11/jarak-200-meter-tak-cukup-untuk-mengerem-di-balik-tragedi-bintaro-2/>
- [3] Navneet Dalal and Bill Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," INRIA Rh^one-Alps, 655 avenue de l'Europe, Montbonnot 38334, France, 2005
- [4] MENTERI PERHUBUNGAN INDONESIA. (2015). STANDAR KESELAMATAN PERKERETAAPIAN. PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN INDONESIA NOMOR : PM 24 .
- [5] Parker, J. (2011). Algorithms for Image Processing and Computer Vision. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- [6] Rail Safety Statistics 2016-17 Annual Statistical Release Publication Date: 26 September 2017.
- [7] Computer Shopper. (2015). Ultimate Guide to Raspberry Pi. Computer Shopper , 114-119.
- [8] Sonka, M., Hlavac, V., & Boyle, R. (2013). Image Processing, Analysis, and Camera Vision. Stamford: Cengage Learning.

