



Penentuan Daya Listrik Untuk Segmentasi Rumah Tangga Dengan Algoritma Ripper Berbasis Rules

Astrie Kusuma Dewi¹, Dwi Normawati²

¹Politeknik Energi dan Mineral Akamigas (PEM Akamigas), Jalan Gajah Mada No.38 Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah 58315

²Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Prof. Dr. Soepomo, S.H., Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

* E-mail¹: astriekusumadewi@gmail.com

Abstrak. Listrik merupakan kebutuhan primer yang digunakan oleh berbagai segmentasi dalam kehidupan sehari-hari. Segmentasi rumah tangga dengan daya 450 VA dan 900 VA merupakan pengguna listrik terbesar dari seluruh pelanggan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sistem pengelompokan daya listrik pada rumah tangga yang dilakukan PLN dinilai belum sesuai sehingga penerima subsidi dari pemerintah belum tepat sasaran. Tujuan penelitian ini untuk melakukan penentuan daya listrik yang efisien berdasarkan faktor-faktor yang dianggap mempengaruhi kebutuhan daya listrik rumah tangga dengan menggunakan data mining. Algoritma data mining yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Repeated Incremental Pruning To Produce Error Reduction Algoritma (RIPPER)*. Perolehan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada 300 responden yang merupakan pelanggan PLN menggunakan yaitu tipe kuesioner tertutup. Dari proses pengolahan data dengan metode data mining didapat sejumlah rules sebagai pedoman dalam menentukan daya listrik pelanggan, dengan nilai hasil akurasi terhadap data sebesar 94,44%. Dari hasil akurasi data tersebut maka algoritma RIPPER bisa digunakan untuk membuat aplikasi penentuan daya listrik rumah tangga

Kata kunci: daya listrik, segmentasi rumah tangga, data mining, RIPPER

PENDAHULUAN

Saat ini listrik merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan, kita semua sama-sama membutuhkan listrik sebagai alat bantu dalam menyelesaikan pekerjaan. Penerapan listrik di Indonesia disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang merupakan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak pada bidang jasa penyediaan Listrik. Pengukuran energi listrik mempunyai peranan yang sangat penting dalam menentukan pendapatan perusahaan listrik.

Berdasarkan segmentasi yang dilakukan PLN, pelanggan listrik dibagi menjadi 5 sektor yaitu sektor sosial, rumah tangga, bisnis/usaha, industri dan publik. Segmen perumahan (rumah tangga) merupakan jumlah pelanggan listrik terbesar mencapai 94 % dari jumlah seluruh pelanggan.

Adanya sistem pengelompokan di atas dinilai oleh pemerintah belum tepat sasaran. Dari sisi PLN, perlu adanya sistem yang bisa menentukan daya yang sesuai karakteristik rumah tangga agar bisa memudahkan dalam mengenal pelanggan yang layak menerima subsidi listrik dari pemerintah yang di kriteriakan pada daya 450 VA dan 900 VA agar subsidi tersebut bisa tepat sasaran.

Listrik merupakan energi vital bagi keberlangsungan aktivitas manusia baik bagi individu, kelompok masyarakat maupun dunia industri. Dengan kata lain energi listrik dapat dimanfaatkan untuk melakukan aktivitas dengan manfaat yang sangat besar di mana berbagai peralatan untuk memenuhi kebutuhan hidup.

Penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan algoritma ID3 maupun C4.5 untuk menentukan kebutuhan daya listrik rumah tangga. Hasil akurasi kedua algoritma menggunakan *confusion matrix*, jumlah data yang digunakan sejumlah 300 yang dibagi menjadi 2 yaitu sebanyak 150 data sebagai data training dan 150 sisanya sebagai data testing, hasilnya menunjukan algoritma C4.5 mempunyai hasil 88% lebih akurat daripada algoritma ID3 yang hanya memiliki akurasi 62%. Namun algoritma C4.5 mempunyai kelemahan yaitu sering terjadi *overlapping* karena *sample* yang harus disimpan secara keseluruhan dan pada waktu yang bersamaan dimemori sehingga membutuhkan memori yang tinggi. Selain itu, hasil kualitas keputusan sangat tergantung pada bagaimana pohon tersebut didesain, dengan algoritma C4.5 sering terjadi kesulitan dalam mendesain pohon keputusan yang optimal. Maka pada penelitian ini, mencoba untuk menentukan daya listrik pelanggan menggunakan algoritma RIPPER, karena algoritma ini mempunyai kelebihan yaitu *fast rules* berbasis klasifikasi yang mampu mempelajari rules dari multimodel data dan menyediakan hasil yang mudah dipahami untuk ditafsirkan. RIPPER menggunakan metode *direct* untuk ekstraksi rules langsung dari data, menghasilkan rules yang sangat sederhana namun menghasilkan akurasi yang cukup tinggi, hal ini dikarenakan ekstraksi rules RIPPER menggunakan metode pruning rules dengan fungsi Learn-One-Rule, eliminate instance, yang mencegah underestimating keakurasian.

METODE PENELITIAN

A. Data Mining

Data menurut Andoko, "Data are raw facts ; That is , facts that have not yet been processed to reveal their meaning to the end user", yang artinya adalah data merupakan fakta fakta dasar; yaitu, fakta yang belum diproses dan belum



berarti bagi penggunaannya. Jadi dapat disimpulkan bahwa data adalah sesuatu yang belum mempunyai arti bagi penerimanya dan masih memerlukan adanya suatu pengolahan.

Data mining adalah proses menemukan korelasi baru, pola dan tren dengan memilah-milah sejumlah besar data yang disimpan dalam sebuah *repository*, menggunakan teknologi pengenalan pola serta statistik dan teknik matematika. Sedangkan menurut Han, *data mining* adalah proses menemukan pola yang menarik dan pengetahuan dari sejumlah besar data. Sumber data dapat mencakup *database*, data gudang, web, *repository* informasi lainnya, atau data yang mengalir ke dalam sistem dinamis. Analisis data mining menggunakan suatu *tool* untuk menemukan pola dan aturan dalam suatu himpunan data. *Tool* dibutuhkan suatu *software* untuk mengidentifikasi aturan dan fitur data agar mampu mengenal pola dalam data.

B. Algoritma RIPPER

RIPPER atau Repeated Incremental Pruning To Produce Error Reduction adalah algoritma machine learning berbasis rule yang merupakan penyempurnaan dari Incremental Reduce Error Pruning (IREP). Algoritma ini melakukan reduksi rule, setelah rule tersebut diperiksa dan dianggap tidak baik. Sedangkan RIPPER menambahkan syarat-syarat untuk melakukan *growing* dan *pruning*, serta melakukan pembangkitan variasi untuk optimasi *rule*.

Cara kerja algoritme RIPPER secara umum dijelaskan sebagai berikut. Langkah pertama, inialisasi Ruleset $RS = \{ \}$. Untuk setiap kelas yang tingkat prevalennya paling rendah ke tingkat paling tinggi, lakukan perintah berikut.

Perintah pertama adalah fase pembangunan rule (*building step*), yang terdiri atas dua bagian, yaitu *grow* (tumbuh) dan *prune* (dipangkas). Langkah-langkah ini terus diulang-ulang sampai panjang dari Description Length (DL) dari Ruleset dan contoh 64bit lebih besar dari DL terkecil yang ditemui sejauh ini, atau tidak ditemukannya contoh yang bernilai positif, atau tingkat kesalahan lebih atau sama dengan 50%. Langkah *grow* dilakukan dengan cara membangkitkan satu rule secara *greedy* menambahkan condition ke dalam rule, sampai rule tersebut 100% benar atau *perfect*. Prosedur ini mencoba setiap nilai yang mungkin dari setiap atribut dan memilih kondisi dengan informasi gain tertinggi menggunakan formula G diatas. langkah selanjutnya adalah *prune*, yaitu secara bertahap memangkas rule mulai dari yang terakhir sampai ke awal, selama nilai formula W meningkat.

Perintah kedua adalah fase optimasi. Setelah menghasilkan Rule set awan $\{R_i\}$, maka bangkitkan dan *prune* dua varian dari setiap rule $\{R_i\}$ dari data acak, menggunakan langkah-langkah pada perintah pertama. Satu varian dihasilkan dari rule kosong, sedangkan yang lainnya merupakan varian yang dihasilkan secara *greedy* dengan menambahkan anteseden pada rule asli. *Prune* untuk varian ini digunakan formula A, tidak menggunakan formula W seperti pada perintah pertama. Setelah itu, pilih R diantara R, R1, dan R2, dengan nilai DL yang paling kecil. Jika semua rule $\{R_i\}$ telah diperiksa dan masih terdapat residu positif, maka rule baru dibangkitkan dengan menggunakan langkah pada perintah pertama. Proses terakhir adalah pembersihan rule. Hapus rule-rule yang mampu meningkatkan DL dari keseluruhan Ruleset, kemudian tambahkan hasilnya pada RS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuisioner kepada para pelanggan pengguna daya listrik. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Tipe pertanyaan dalam kuesioner ini menggunakan tipe tertutup, tipe pertanyaan tertutup membantu responden untuk memberikan jawaban dengan cepat karena jawaban sudah tersedia [10].

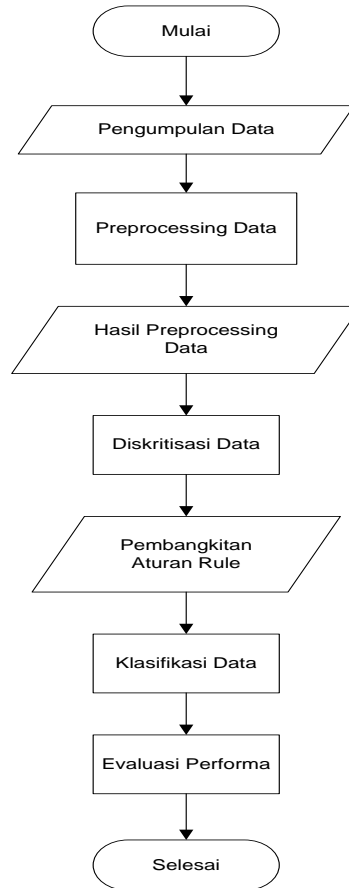
Data penelitian diambil dari 300 data kuisioner dengan menggunakan teknik *sampling* jenuh dan teknik *snowball sampling*. Data yang diambil antara lain : nama keluarga, alamat, jumlah tanggungan keluarga, pendapatan per bulan, tagihan listrik per bulan, status kepemilikan rumah, alat listrik rumah tangga, tipe pelanggan dan daya.

Pada penelitian ini secara umum ada 5 tahapan yaitu Pengumpulan Data, Diskritisasi Data, Pembangkitan aturan/rules, Klasifikasi Data dan Evaluasi Performa. Seperti yang ditunjukkan pada diagram alir penelitian pada Gambar 1.

Proses pengambilan data pada penelitian ini menggunakan kuisioner, karena tujuan penelitian ini dilakukan untuk menentukan daya listrik rumah tangga maka pertanyaan yang dibuat berhubungan juga dengan seputar pemakaian alat listrik yang digunakan oleh pengguna. Pertanyaan pada kuisioner bersifat tertutup, ada 13 pertanyaan dalam kuisioner, 13 pertanyaan tersebut menjadi atribut dalam data. Kuisioner dibagikan kepada 300 responden.

Pengolahan data menggunakan tools WEKA yaitu tools untuk melakukan pengolahan data mining dengan algoritma RIPPER, sehingga menghasilkan aturan-aturan/rules yang akan menjadi pedoman dalam penentuan daya listrik pelanggan.

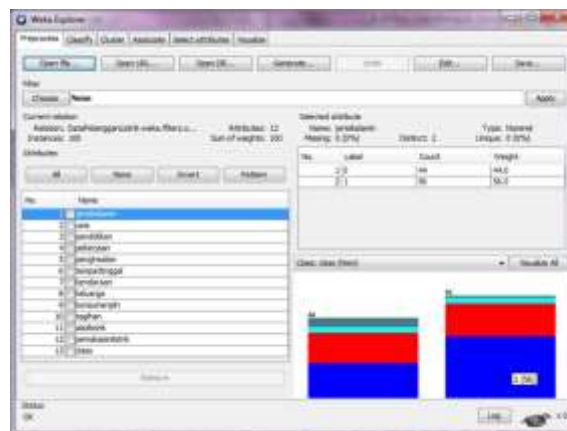
Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan *preprocessing* data yaitu memilah-milah data yang *missing value*, hasilnya dari semua data responden didapat 300 data yang siap digunakan pada proses selanjutnya. Langkah kedua adalah mengolah data hasil kuisioner, data diubah ke dalam bentuk diskrit, bertipe numerik, contohnya : misal jenis kelamin laki-laki mempunyai nilai 0 dan jenis kelamin wanita mempunyai nilai 1. Tujuan dilakukannya diskritisasi data agar mempermudah proses pengolahan dan perhitungan pada tools WEKA.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses selanjutnya adalah pengolahan dan perhitungan data menggunakan tools WEKA. Proses pertama yang dilakukan di WEKA adalah melakukan splitting data yaitu membagi 70% data sebagai data training dan 30% sisanya sebagai data testing. Data training lebih besar dari data testing karena data training digunakan untuk mencari pola rule dari dataset. Data testing digunakan untuk menguji rule yang dihasilkan dari data training.

Setelah melakukan splitting data, selanjutnya adalah melakukan proses pengolahan data dengan melakukan pembangkitan rules menggunakan algoritma RIPPER. Dari hasil pengolahan data, dihasilkan 6 aturan/rules sebagai berikut:



Gambar 3. Proses Pengolahan dan Perhitungan pada Tools Weka



JRIP rules:

=====

```
(tagihan = 4) and (pekerjaan = 2) => class=3 (6.0/0.0)
(tagihan = 3) and (alatlistrik = 2) => class=2 (9.0/1.0)
(tagihan = 4) => class=2 (6.0/1.0)
(tagihan = 2) => class=1 (85.0/6.0)
(tagihan = 3) => class=1 (11.0/2.0)
=> class=0 (183.0/5.0)
```

Number of Rules : 6

Saat dilakukan proses pengolahan data, ada 13 attributes yang disusun berdasar dari masing-masing pertanyaan dalam kuisioner. Rule pertama yaitu bahwa antara tagihan dan pekerjaan mempunyai korelasi yang artinya ada hubungan antara tagihan listrik yang dibayar oleh konsumen dengan pekerjaan konsumen. Aturan-aturan/rules diatas menjadi pedoman dalam penentuan daya listrik bagi pelanggan khususnya pelanggan rumah tangga. Pada Dari 300 data, didapat hasil akurasi sebesar 94,44%.

KESIMPULAN

Hasil kesimpulan dari penelitian ini, akurasi dari dataset menggunakan algoritma RIPPER sebesar 94,44% dengan menghasilkan 5 rules yang menjadi pedoman dalam penentuan daya listrik bagi pelanggan. Dan kekurangan penelitian ini adalah belum dilakukan compare dengan algoritma lainnya. Selanjutnya bisa dilakukan pengembangan dengan membuat sebuah aplikasi yang berguna bagi PLN dan masyarakat untuk penentuan daya listrik yang sesuai bagi pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT, keluarga dan keluarga besar PEM Akamigas dalam hal ini Direktur PEM Akamigas dan Ka UPPM yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan penelitian. Tak lupa kami ucapkan terimakasih juga buat keluarga besar Universitas Ahmad Dahlan khususnya Jurusan Teknik Informatika atas kerjasama yang baik. Semoga dapat terjalin kerjasama-kerjasama di bidang yang lain dan bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- M. Avenue, M. Hill, W. W. Cohen, C. Of, and R. Pruning, "Fast Effective Rule Induction 2 Previous Work 1 Introduction," 1994.
- W. W. Cohen, "Fast effective rule induction," *Proc. Twelfth Int. Conf. Mach. Learn.*, 1995, 115–123.
- B. S. Andoko, "Transportasi Dan Transformasi Data Terjadwal Dengan Menggunakan Ssis (Sql Server Integration Service),", 211–216.
- Y. P. Tanjung, S. Sentinuwo, and A. Jacobus, "Penentuan Daya Listrik Rumah Tangga Menggunakan Metode Decision Tree."
- Han, J., and M. Kamber, "Data mining: Concepts and techniques. San Francisco" Morgan Kaufmann. 2001.
- Larose and D. T, *Discovering Knowledge in Data : An Introduction to Data Mining*. John Willey & Sons, Inc., 2005.
- I. H. Witten and E. Frank, *Data Mining : Practical Machine Learning Tools and Techniques, Second Edition*, 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2005.
- G. Jambheshwar, "Review of Data Mining Classification Models in Cardiovascular Disease Diagnosis," 2011.
- J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*. 2012.

Rancang Bangun Model Deteksi Pelanggaran Zebra Cross Pada *Traffic Light* Menggunakan Metode *Adaptif Background Subtraction*

Pami Ruli Setiawan¹, F.X Arinto Setyawan^{1*}, Syaiful Alam¹, Sri Ratna Sulistiyanti¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 35145.

*E-mail korespondensi: fx.arinto@eng.unila.ac.id

Abstrak. Pelanggaran zebra cross sering terjadi di Indonesia. Salah satu jenis pelanggaran zebra cross yang sering mengakibatkan kecelakaan lalu lintas adalah pengendara melanggar atau menerobos *Traffic Light* saat lampu merah menyala. Untuk mengatasi masalah pelanggaran tersebut ialah dengan sebuah sistem pendeteksi pelanggaran zebra cross. Pada penelitian ini dibuat sistem deteksi zebra cross dengan menggunakan metode *adaptive Background Subtraction* menggunakan *Raspberry Pi 3*. Metode *adaptive Background Subtraction* digunakan untuk memproses citra berisi objek yang ditangkap pada *traffic light* menggunakan kamera, citra yang diperoleh dapat menangkap objek yang melanggar garis line deteksi. Kemudian hasil objek yang ditangkap saat melanggar akan diberikan peringatan berupa *buzzer*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model deteksi pelanggaran zebra cross berhasil mengklasifikasikan objek yang melanggar, mampu memberikan peringatan objek yang melanggar melalui *buzzer* secara otomatis.

Kata Kunci: Pelanggaran, *Adaptif Background Subtraction*, *Traffic Light*, *Raspberry Pi 3*.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, jumlah pengguna kendaraan bermotor semakin meningkat tiap tahun. Peningkatan ini tidak diimbangi dengan volume jalan yang tetap. Hal ini mengakibatkan kemacetan lalu lintas. Selain penambahan jumlah kendaraan kemacetan dapat disebabkan oleh pengatur lampu lalu lintas yang tidak berkerja secara optimal dan adanya pelanggaran lalu lintas oleh pengendara. Salah satu jenis pelanggaran lalu lintas yang banyak terjadi adalah pengendara melanggar atau menerobos *Traffic Light* saat kondisi lampu merah akan menyala.

Salah satu solusi alternatif dalam meminimalisir pelanggaran di persimpangan jalan yaitu dengan menerapkan deteksi pelanggaran zebra cross dengan metode *adaptive background subtraction*. Metode ini mendeteksi adanya pelanggaran zebra cross pada *traffic light* menggunakan kamera. Kamera tersebut digunakan sebagai alat masukan yang menangkap gambar adanya pelanggaran zebra cross. Penelitian ini menggunakan pengendali utama *Raspberry Pi 3* dengan sistem peringatan berupa *buzzer*.

Penelitian mengenai metode *adaptif background subtraction* sudah banyak dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya menggunakan metode ini untuk mendeteksi keberadaan objek bawah air (M.R. Prabowo, 2017). Pada pendeteksian bawah air perubahan latar belakang terjadi akibat adanya gelombang air, perubahan intensitas cahaya, dan adanya objek-objek kecil yang harus dideteksi sebagai latar belakang. Penelitian lainnya adalah menggunakan metode ini untuk mengurangi perubahan-perubahan kecil pada latar belakang karena latar belakang bersifat dinamis (F.X. A. Setyawan, 2015). Perubahan-perubahan kecil yang terjadi pada latar belakang dinamis misalnya gerakan daun akibat angin dan tetesan air hujan.

Penelitian sebelumnya mengenai pendeteksi pelanggaran pada *zebra cross* juga telah banyak dilakukan. Penelitian sebelumnya menggunakan sensor pendeteksi *photodiode* dan *webcam* untuk menangkap gambar pelanggaran (Kuncoro Wongso Halim, dkk., 2016). Berbeda dengan penelitian ini, metode yang diusulkan ini menggunakan kamera sebagai sensor visual dan pengolahan data dilakukan menggunakan *Raspberry pi 3*. Jika terjadi pelanggaran *zebra cross* maka akan dibunyikan *buzzer*.

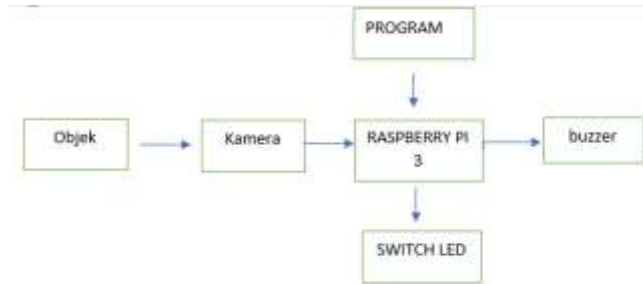
Penelitian tentang deteksi *zebra cross* menggunakan pengolahan citra telah dilakukan sebelumnya. Salah satunya penggunaan metode *self similarity* untuk mendeteksi *zebra cross* (Wang, C. dkk, 2015). Pada penelitian ini *self-similarity* dipergunakan untuk mendeteksi adanya *zebra cross* sedangkan pada penelitian yang dilakukan *zebra cross* diasumsikan sudah diketahui dan posisinya ditentukan menggunakan garis bantu. Penelitian yang dilakukan hanya akan mendeteksi adanya pelanggar lalu lintas dan memberikan peringatan berupa suara melalui *buzzer*. Pelanggaran terjadi jika lampu *traffic light* sedang dalam kondisi menyala merah dan kendaraan melewati batas *zebra cross*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *Raspberry Pi 3* sebagai *processor* dengan *quad core* 1,5 Ghz. Program pengendali tersebut menggunakan *library Open CV* pada Bahasa Pemrograman *Python*. LED sebagai lampu *Traffic Light*. *Buzzer* berfungsi sebagai tanda dalam memberikan peringatan bahwa objek melakukan pelanggaran *zebra cross*. Blok diagram sistem pada penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.

Proses Pengambilan Video

Video pelanggaran lalu lintas diperoleh dari kamera yang ditempatkan di atas posisi *zebra cross*. Posisi kamera diperlihatkan pada Gambar 2. Video yang diperoleh dikirimkan ke *Raspberry* untuk dilakukan pemisahan tiap frame untuk dibandingkan dengan latar belakang.



Gambar 1. Blok diagram system



Gambar 2. Rancangan sistem pendeteksi pelanggaran lalu lintas.

Pengolahan Awal

Pada tahap ini data video dari kamera diubah menjadi bentuk *frame-frame* citra warna. Citra warna ini diubah menjadi citra aras kelabu dan dilakukan penghapusan derau untuk meminimalkan derau yang akan dideteksi sebagai objek. Proses pengubahan menjadi citra aras kelabu menggunakan persamaan (1).

$$f_{b(x,y)} = 0,298R + 0,5870G + 0,1141B \quad (1)$$

dimana $f_{b(x,y)}$ menyatakan citra aras kelabu. R adalah menyatakan intensitas warna merah, G menyatakan intensitas warna hijau, dan B menyatakan intensitas warna biru (Gonzales, R. C. Woods, 2008)

Pemodelan Latar Belakang

Pemodelan latar belakang dilakukan untuk mendapatkan latar belakang yang selalu berubah berdasarkan perubahan yang mungkin dialaminya. Sehingga dapat dikatakan, latar belakang yang dipergunakan merupakan latar belakang yang adaptif. Secara matematis pemodelan latar belakang ditunjukkan melalui persamaan (2).

$$B(x, y, t) = \alpha f(x, y, t) - (1-\alpha)B(x, y, t-1) \quad (2)$$

Dimana α adalah koefisien pembaruan, $f(x, y, t)$ adalah nilai intensitas keabuan pixel dalam *frame* saat ini. $B(x, y, t)$ adalah latar belakang saat ini dan $B(x, y, t-1)$ adalah nilai latar belakang sebelumnya. Model latar belakang pada metode ini selalu diperbaharui dan dipengaruhi oleh perubahan *frame* saat ini.

Pendeteksian Objek

Pendeteksian objek dilakukan dengan mengurangkan citra *frame* saat ini dengan citra latar belakang sebelumnya. Secara matematis pengurangan *frame* saat ini dengan citra latar belakang sebelumnya ditunjukkan melalui persamaan (3).

$$H(x, y, t) = f(x, y, t) - B(x, y, t-1) \quad (3)$$

Dimana $H(x,y,t)$ adalah citra hasil pengurangan, $f(x,y,t)$ adalah *frame* saat ini, dan $B(x,y,t-1)$ adalah latar belakang sebelumnya. Untuk menentukan apakah piksel adalah objek atau bukan dilakukan proses pengambangan (*Thresholding*) sehingga citra menjadi citra biner dimana piksel putih merupakan piksel bagian objek dan piksel hitam merupakan piksel bagian latar belakang. Persamaan matematis proses pengambangan diperlihatkan pada persamaan (4).

$$O(x, y, t) = \begin{cases} 1 & \text{jika } H(x, y, t) \geq T \\ 0 & \text{jika } H(x, y, t) < T \end{cases} \quad (4)$$



Gambar 3. Hasil proses pengambangan a) Citra hasil pengurangan b) Citra hasil pengambangan

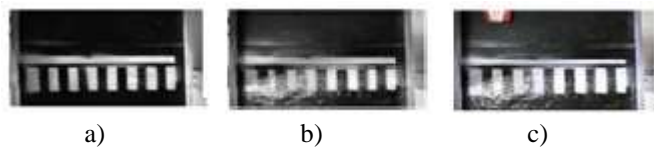
Dimana $O(x,y,t)$ adalah hasil deteksi objek yang berupa citra biner dan T adalah nilai ambang (*Threshold*) yang ditentukan. Pada penelitian ini nilai T ditentukan sebesar 127 sehingga jika terdapat piksel bernilai kurang dari 127 maka akan diset bernilai 0 (hitam). Hasil proses pengambangan diperlihatkan pada Gambar 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Elektronika Jurusan Tekni Elektro. Pengambilan data video dilakukan pada waktu pagi, siang, dan sore hari masing-masing selama 3 menit dengan 30 *frame* per second atau masing-masing video terdiri dari 5400 *frame*. Raspberry Pi 3 berfungsi sebagai alat pengendali utama atau sebagai prosesor. Lampu LED menggunakan tegangan 220 V karena sudah menyerupai *traffic Light*. Relay berfungsi untuk mengendalikan ON/OFF yang digunakan untuk mengendalikan Lampu LED 3 warna menggunakan program yang ada di Raspberry Pi.

Hasil Perolehan Citra

Pengambilan citra dilakukan menggunakan *coding* pada pemrograman *python 2.7* dengan sistem operasi *Raspberry Pi 3*. Citra didapatkan dengan intensitas cahaya sebesar 8,27 , 45 lux dan 90 lux pada beberapa kondisi diantaranya pagi, siang, dan sore. Hasil perolehan awal yaitu sebuah citra video berdurasi 3 menit dengan *frame rate* 30 fps maka didapatkan total *frame* berjumlah 200 *frame* pada setiap kondisi. Contoh perolehan citra yang didapatkan kondisi pagi, siang sore hari diperlihatkan pada gambar 4. Hasil latar belakang yang diperoleh untuk pengambilan waktu di pagi hari berbeda dengan waktu pengambilan di siang hari demikian pula untuk pengambilan waktu di sore hari. Oleh karena itu perlu dilakukan pemodelan latar belakang supaya dapat beradaptasi dengan perubahan ini.



Gambar 4 . (a) Hasil perolehan Citra pada kondisi pagi hari dengan intensitas cahaya 8,72 Lux, (b) citra kondisi siang hari dengan intensitas cahaya 45 Lux, dan (c) citra kondisi sore hari dengan intensitas cahaya 90 Lux

Hasil Pengolahan Awal

Pengolahan awal pada citra adalah mengubah citra warna menjadi citra aras kelabu. Hal ini bertujuan untuk mereduksi matriks citra yang semula berupa 3 matriks 2D karena terdiri dari 3 warna menjadi 1 matriks 2D sehingga meringankan beban komputasi. Hasil pengubahan citra warna menjadi citra aras kelabu diperlihatkan pada Gambar 5.

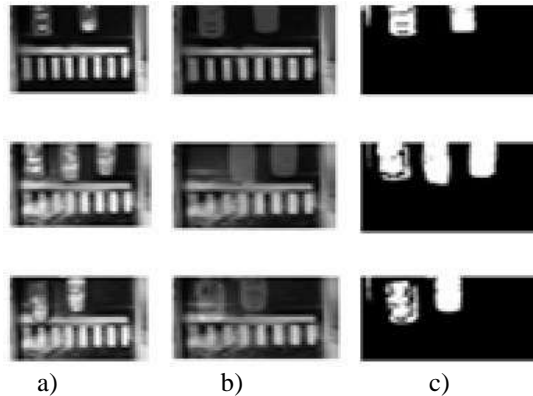


Gambar 5. Hasil pengubahan citra warna RGB menjadi citra aras kelabu a) warna dan b) aras kelabu

Hasil Pendeteksian Objek

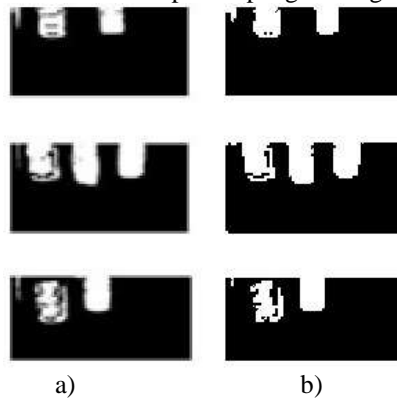
Pendeteksian objek dilakukan dengan mengurangi *frame* saat ini dengan *frame* latar belakangnya. Jika hasil pengurangan lebih besar daripada nilai ambang yang ditetapkan maka piksel tersebut adalah bagian dari objek. Hasil pendeteksian objek diperlihatkan pada Gambar 6. Gambar 6 a) adalah citra *frame* saat ini dimana citra baris pertama diambil pada saat pagi hari, baris kedua diambil pada saat siang dan baris ketiga diambil pada saat sore hari. Terlihat perbedaan pada gambar *zebra cross* akibat perbedaan intensitas cahaya. Gambar 6 b) adalah model latar belakang dari masing-masing *frame* saat ini. Model latar belakang setiap saat berubah menyesuaikan perubahan kondisi latar belakang saat ini. Tujuan pemodelan latar belakang ini adalah agar objek dapat dideteksi kapan pun walau terjadi perubahan pada latar belakang akibat intensitas cahaya. Gambar 6 c) merupakan hasil pengurangan citra *frame* saat

ini dengan model latar belakangnya. Terlihat bahwa perubahan intensitas cahaya pada latar belakangnya tidak berpengaruh pada hasil deteksi karena latar belakangnya dapat menyesuaikan perubahan intensitas cahaya ini.



Gambar 6. Proses pengurangan citra, a) Citra *frame* saat ini, b) Model latar belakang, dan c) citra hasil pengurangan.

Setelah dilakukan pengurangan antara *frame* saat ini dengan model latar belakangnya dilanjutkan dengan operasi pengambangan. Masing-masing piksel citra hasil pengurangan dibandingkan dengan nilai ambang yang diberikan sehingga hasilnya berupa objek yang dikehendaki. Hasil proses pengambangan diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses pengambangan, a) Citra aras kelabu, dan b) Citra biner

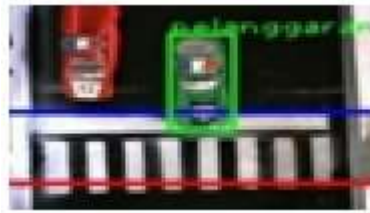
Proses ini dilakukan secara terus menerus dari *frame* pertama hingga *frame* terakhir. Setiap *frame* dideteksi apakah terdapat objek didalamnya. Proses ini dilakukan oleh Raspberry sebagai mikrokomputer dengan cara menghitung setiap perubahan piksel pada *frame*.

Penentuan Pelanggaran

Pelanggaran terjadi jika objek dalam hal ini kendaraan melewati *zebra cross* saat lampu lalu lintas menyala merah. Pada penelitian ini, *zebra cross* telah ditentukan batasnya menggunakan garis bantu yang melintang sejajar garis sumbu x. Posisi garis ini ditentukan karena kamera sebagai sensor visual tidak bergerak sehingga posisi *zebra cross* selalu tetap. Lampu lalu lintas diatur berdasarkan pewaktu yang ada di Raspberry. Saat lampu lalu lintas menyala merah maka *frame* pada video dibandingkan untuk mendeteksi adanya objek jika objek melewati garis yang ditentukan sebagai batas *zebra cross* maka buzzer akan menyala dan memberikan peringatan. Penentuan posisi garis batas *zebra cross* diperlihatkan pada Gambar 8.

Garis warna biru merupakan garis batas awal *zebra cross* dan garis merah merupakan garis batas akhir *zebra cross*. Jika objek melewati garis biru maka dianggap terjadi pelanggaran sehingga objek akan diberi tanda berupa kotak dan diberi keterangan pelanggaran. Jika kondisi ini terjadi pada saat lampu lalu lintas tidak menyala merah maka tidak dilakukan pendeteksian sehingga mobil sebelah kanan tidak diberi keterangan pelanggaran.

Pada penelitian ini dilakukan 10 kali percobaan pendeteksian dengan tingkat keberhasilan 100%. Setiap kali lampu lalu lintas menyala merah dikondisikan adanya objek yang melanggar dan semuanya terdeteksi sebagai pelanggaran. Jika terdapat objek yang berada di belakang garis *zebra cross* maka dianggap tidak melakukan pelanggaran sehingga tidak diberi tanda pelanggaran (Gambar 8).



Gambar 8. Penentuan garis batas *zebra cross*

Pemodelan Latar Belakang Adaptif

Pemodelan latar belakang yang adaptif dilakukan dengan mengakomodasi perubahan citra *frame* saat ini. Model latar belakang yang pertama selalu diubah berdasarkan *frame* saat ini. Perubahan ini mengikuti persamaan (2) dimana nilai $\alpha = 0,2$. Hasil pemodelan latar belakang ini diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil pemodelan latar belakang, baris pertama masing-masing untuk latar belakang awal pagi, siang dan sore hari dan baris kedua masing-masing latar belakang adaptasi pagi, siang dan sore hari.

Pengujian Model Pendeteksi Pelanggaran Zebra Cross

Hasil latar belakang adaptasi baik pagi, siang dan sore hari memiliki citra yang berbeda dengan citra awal latar belakangnya. Perbedaan ini disebabkan karena runtunan citra *frame* yang selalu berubah dan mempengaruhi hasil model latar belakangnya. Jika tidak dilakukan adaptasi pada latar belakang maka perubahan intensitas cahaya dapat dianggap sebagai objek sehingga kemungkinan banyak terjadi kesalahan deteksi. Hasil pengujian model deteksi pelanggaran *zebra cross* yang dirancang diperlihatkan pada Tabel 1. Terdapat satu kondisi adanya derau yang masih terjadi dan terdeteksi sebagai objek ini menyebabkan kekeliruan deteksi sehingga *buzzer* menyala walaupun tidak terjadi pelanggaran. Pada model ini, pelanggar lalu lintas dapat diambil gambarnya tetapi dari bagian atas oleh karena itu perlu kamera tambahan untuk mengambil gambar dari bagian depan.

Tabel 1. Hasil pendeteksian pelanggaran *zebra cross* pada model yang dirancang.

Video	Frame ke	Citra biner	Hasil pendeteksian	Keterangan
Pagi hari	75			Mampu mendeteksi adanya 2 buah kendaraan dimana satu kendaraan melakukan pelanggaran <i>zebra cross</i> dan <i>buzzer on</i> memberikan peringatan.
Pagi hari	120			Mampu mendeteksi adanya 2 buah kendaraan dimana kedua kendaraan melakukan pelanggaran <i>zebra cross</i> dan <i>buzzer on</i> memberikan peringatan.
Siang hari	80			Mampu mendeteksi adanya 3 buah kendaraan yang tidak satupun melakukan pelanggaran tetapi terdapat derau yang dideteksi sebagai objek dan berada di daerah <i>zebra cross</i> sehingga <i>buzzer on</i> tetapi tidak ada keterangan adanya pelanggaran.
Sore hari	94			Mampu mendeteksi adanya 2 buah kendaraan dimana satu kendaraan melakukan pelanggaran <i>zebra cross</i> dan <i>buzzer on</i> memberikan peringatan.
Sore hari	168			Mampu mendeteksi adanya 2 buah kendaraan tetapi tidak melakukan pelanggaran <i>zebra cross</i> dan <i>buzzer off</i> tidak memberikan peringatan.



KESIMPULAN

Model deteksi pelanggaran *zebra cross* yang dirancang menggunakan metode pendeteksian *adaptive background subtraction* telah berhasil mendeteksi adanya kendaraan yang melakukan pelanggaran. Nyala lampu LED hijau, kuning, dan merah yang merepresentasikan lampu lalu lintas dapat diatur dengan baik menggunakan *Raspberry Pi 3* sesuai waktu yang diinginkan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa *software* pendeteksian pelanggaran *zebra cross* pada *Traffic Light* ini berkerja dengan baik. Ketika terdapat pengendara yang menerobos lampu lalu lintas pada kondisi menyala merah maka secara otomatis pengendara tersebut terdeteksi dan dilakukan *capture* pada kendaraan tersebut dan *buzzer* akan memberikan peringatan.

Model yang dirancang masih memungkinkan mendeteksi adanya derau sehingga menghasilkan peringatan palsu saat tidak terjadi pelanggaran lalu lintas. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan pada sistem. Disarankan untuk melakukan pengembangan atau perbaikan menambahkan panel surya sebagai *supply* energi tambahan untuk menjaga *traffic light* agar tetap menyala ketika *supply* utama mati. Penambahan kamera depan perlu dilakukan jika menginginkan pelanggar dapat diambil gambarnya dari bagian depan sehingga dapat diketahui informasi nomor plat pelanggar lalu lintas. Dapat pula menambahkan 2 buah kamera di setiap ruas jalan agar dapat dipergunakan untuk mengatur *Timer Traffic Light* dan pendeteksi *zebra cross*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dosen-dosen di Laboratorium Elektronika dan Rumah Cerdas Kampung Digital yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Gonzalez, R.C., R. E. Woods (2008) *Digital Image Processing*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Prabowo, M.R., Hudayani, N., Purwiyanti, S., Sulistiyanti, S.R., Setyawan, F.X.A. (2017) A Moving Objects Detection In Underwater Video Using Subtraction Of The Background Model, Proc. EECSI 2017, Yogyakarta, Indonesia, 19-21 September.
- Setyawan, F.X.A., Tan, J.K., Kim, H., Ishikawa, S. (2015) Detecting moving objects on a video having a dynamic background, proceeding of International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB), 10-12 Januari, 27-31.
- Wang, C., Zhao, C., Wang, H. (2015) Self-Similarity Based Zebra-Crossing Detection for Intelligent Vehicle, The Open Automation and Control Systems Journal, Vol. 7, 974-986.
- Wongsokuncoro.H. (2016) Rancang Bangun Pendeteksi Pelanggaran Pada *Traffic Light* Berbasis Mikrocontroller, Laporan Tugas Akhir Program Studi D3 Otomasi sistem Instrumentasi, Departemen Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga, Surabaya.