

Terbit online pada laman : <https://teknosi.fti.unand.ac.id/>

Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi

| ISSN (Print) 2460-3465 | ISSN (Online) 2476-8812 |



Studi Kasus

Prototipe Aplikasi Identifikasi Otomatis Pelaku Pengetap BBM Berbasis Rekognisi Citra Plat Nomor Kendaraan di Kota Tarakan

Arif Fadllullah^{a*}, Dedy Harto^a, Ani Kurniawati^a

^aDosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan, Jalan Amal Lama No.1, Tarakan 77115, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 04 Februari 2020

Revisi Akhir: 03 Mei 2020

Diterbitkan Online: 31 Mei 2020

KATA KUNCI

Pengetap,
BBM bersubsidi,
Citra Plat Nomor Kendaraan,
OpenALPR

KORESPONDENSI

E-mail: arif.fadl@gmail.com

A B S T R A C T

Penelitian ini mengusulkan pengembangan aplikasi identifikasi otomatis pelaku pengetap BBM bersubsidi di Kota Tarakan menggunakan rekognisi citra plat nomor kendaraan. Caranya adalah citra plat nomor kendaraan ditangkap secara real-time menggunakan kamera CCTV. Kemudian citra tersebut diekstrak menggunakan pustaka OpenALPR agar diperoleh rekognisi digit-digit string plat nomor. Data string plat nomor inilah yang selanjutnya menjadi bahan analisis sistem untuk mengidentifikasi adanya indikasi pelaku pengetap/pengisian berulang-ulang BBM bersubsidi atau tidak. Dalam skenario uji coba, dilakukan pengambilan data primer sebanyak 30 data citra bergerak/video kendaraan bermotor roda dua untuk kemudian diolah menggunakan sistem usulan dan hasilnya diuji dengan metode pengujian akurasi. Berdasarkan pengujian sistem usulan, diperoleh rata-rata hasil akurasi untuk mengubah 30 citra *real-time*/bergerak kendaraan bermotor ke dalam data string plat nomor sebesar 73,3%, dengan rata-rata banyaknya pendeteksian yang dilakukan per citra adalah 2,8 kali. Sedangkan hasil akurasi sistem dalam mengidentifikasi data string plat nomor ganda sebesar 76,7%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem usulan cukup akurat dan efisien sebagai sistem yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi plat nomor kendaraan ganda sebagai indikasi adanya kandidat pelaku pengetap BBM.

1. PENDAHULUAN

Secara administratif, Kota Tarakan merupakan satu-satunya kota perbatasan berbentuk pulau di wilayah Kalimantan Utara yang berdekatan dengan negara tetangga, sehingga tidak hanya menjadikan kota ini sebagai kota transit, perdagangan, industri, dan jasa bagi daerah-daerah kabupaten di sekitarnya, akan tetapi juga telah menjadi kawasan kosmopolitan yang telah memiliki bandara dan pelabuhan internasional. Letaknya yang strategis inilah yang membuat Kota Tarakan merupakan kota/kabupaten dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat kepadatan penduduk tertinggi diantara lima kabupaten lain yang ada di wilayah Kaltara. Akan tetapi disisi lain, pertumbuhan ekonomi ternyata ikut mendorong peningkatan pola konsumsi pemakaian energi yang salah satunya ditandai dengan adanya lonjakan jumlah kendaraan bermotor yang semakin bertambah dari tahun ke tahun. Alhasil, Kota Tarakan

seringkali mengalami kelangkaan stok bahan bakar minyak (BBM), khususnya BBM bersubsidi seperti Premium dan Solar.

Kondisi ini diperparah karena kurangnya infrastruktur penyaluran BBM dan terjadinya keterlambatan pasokan distribusi BBM. Hingga adanya penyalahgunaan BBM oleh para pengetap BBM yang dengan sengaja membeli BBM bersubsidi dalam jumlah besar untuk kemudian dijual kembali secara eceran di sepanjang ruas jalan Kota Tarakan dengan harga diatas standar. Tentu kondisi ini sangat memprihatinkan, karena menurut aturan yang berlaku BBM bersubsidi tidak boleh diperjualbelikan secara eceran dengan harga yang tinggi. Fenomena inilah yang turut andil mengakibatkan kelangkaan BBM dan antrian panjang di berbagai SPBU sehingga secara tidak langsung turut mengganggu kegiatan perekonomian di Kota Tarakan.

Beberapa langkah pernah dilakukan oleh pemerintah kota untuk menertibkan para oknum pengetap BBM bersubsidi, diantaranya

adalah dengan penambahan personil petugas SPBU yang memeriksa satu per satu kendaraan roda dua maupun roda empat yang diduga menjadi pengetap. Akan tetapi cara ini tidak efektif, sebab jika harus melayani sambil melakukan pemeriksaan satu per satu pengetap berdasarkan plat nomor kendaraan secara manual tentu akan membuat petugas SPBU kewalahan dan antrean menjadi semakin panjang. Belum lagi, tidak adanya regulasi petugas SPBU dalam menindak pengetap, karena status pengetap yang juga konsumen. Cara lain adalah dengan menambahkan personil keamanan, seperti polisi dan satpol PP untuk mengamankan dan menjaga ketat SPBU. Hal ini terbukti ampuh dalam menertibkan para pengetap, namun cara ini hanya bersifat sementara karena ketika personil keamanan selesai bertugas, para pengetap BBM bersubsidi kembali muncul.

Perlu adanya langkah alternatif untuk menertibkan para pelaku pengetap BBM bersubsidi. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan teknologi deteksi plat nomor kendaraan berbasis citra. Teknologi ini sudah semakin berkembang dan banyak penelitian telah menggunakan teknologi ini untuk diterapkan pada berbagai bidang, diantaranya pada sistem parkir cerdas [1], administrasi pembayaran parkir otomatis [2], buka tutup pintu gerbang parkir [3], garasi pribadi [4], pencarian informasi pajak berdasarkan plat nomor [5], real time smart CCTV [6], dan lain sebagainya. Selain itu, metode deteksi citra plat nomor dari obyek kendaraan bermotor yang digunakan penelitian juga beragam. Mulai dari ekstraksi citra plat nomor menggunakan operasi morfologi [7], gabungan morfologi dan deteksi tepi [8], *robert filter* dan *framing image* [9], serta kombinasi dengan metode klasifikasi, seperti *discrete wavelet transform* dan SVM [10], KNN [11], CNN [12], template matching pada OCR [13] [14], hingga yang menggunakan pustaka OpenCV EAST dan Tesseract OCR [5].

Hanya saja sebagian besar data yang diambil oleh beberapa penelitian tersebut untuk kemudian diuji merupakan kendaraan bermotor dalam keadaan diam/ kondisi sedang terparkir. Kalaupun ada pengambilan data uji dari citra bergerak, proses *capture* masih dilakukan secara manual. Ada yang mencoba melakukan pengambilan citra secara *real-time*, tetapi masih menggunakan kendaraan simulasi yang tidak *real* [15]. Deteksi citra yang hanya mengandalkan pengolahan operasi spasial saja akan sulit dalam mengidentifikasi bentuk citra *real-time* yang bergerak (video) dan beragam. Kemudian penggunaan metode klasifikasi akan membutuhkan data *training* yang sangat banyak, sementara yang disajikan dalam beberapa penelitian tersebut menggunakan data *training* buatan sendiri dengan jumlah yang sedikit. Selain itu, penggunaan OpenCV EAST sebagai pustaka deteksi citra teks dan Tesseract OCR sebagai pustaka ekstraksi citra menjadi data *string* teks juga kurang praktis karena menggunakan lebih dari satu pustaka yang berbeda dalam satu kompilasi. Terlebih, sampai saat ini belum ada penelitian tentang penerapan teknologi ini untuk digunakan dalam mengidentifikasi secara otomatis data *string* plat nomor kendaraan kode wilayah Indonesia guna sebagai skema penentuan indikasi pelaku pengetap BBM bersubsidi, khususnya di Kota Tarakan.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe aplikasi identifikasi otomatis pelaku pengetap BBM bersubsidi menggunakan rekognisi citra plat nomor kendaraan. Caranya adalah citra plat nomor kendaraan ditangkap secara *real-time* menggunakan kamera CCTV. Citra tersebut kemudian ditransfer ke dalam komputer PC untuk selanjutnya diekstrak menggunakan pustaka OpenALPR. OpenALPR merupakan *existing* pustaka rekognisi citra plat nomor kendaraan (dalam bahasa Inggris disebut *Automatic License Plate Recognition*) yang *opensource* atau berlisensi gratis, terbuka dan ditulis dalam bahasa C++. Pustaka ini memiliki keunggulan pada algoritma *blackbox*-nya yang siap pakai, tidak hanya menganalisis objek plat nomor kendaraan berbahan citra, tetapi juga mampu menganalisis objek plat nomor dari bentuk video/citra bergerak guna merekognisi/memisahkan objek plat nomor dengan objek lain dalam video [16]. Termasuk keunggulannya menangkap objek plat nomor dari citra atau video dalam berbagai posisi dan jarak. Saat ini pustaka OpenALPR telah memiliki jutaan data training citra plat nomor yang diambil dari depan dan belakang, lengkap dari format berbagai negara US, EU, dan BR [17], termasuk sudah dapat digunakan untuk format plat nomor kendaraan Indonesia. Selain itu, pustaka OpenALPR yang dibangun dalam C++ ini juga memiliki kelebihan lain yaitu mendukung teknologi *cross-platform* sehingga secara langsung dapat diintegrasikan dan dioperasikan ke dalam berbagai bahasa pemrograman, seperti C#, Java, Node.js, Go, Python, dan lain sebagainya, serta mampu diinstall dan diaplikasikan ke dalam berbagai sistem operasi, seperti Linux, Mac OSX, dan Windows [4]. OpenALPR juga memiliki cloud API berbasis web yang dapat menganalisis gambar kendaraan dan merespons plat dalam model dan warna yang beragam secara online [4]. Output yang dihasilkan dari pustaka ini adalah representasi hasil rekognisi dalam bentuk karakter/teks string dari setiap karakter plat.

Data *string* plat nomor inilah yang selanjutnya menjadi bahan analisis sistem untuk mengidentifikasi adanya indikasi pelaku pengetap/pengisian berulang-ulang BBM bersubsidi secara akurat, cepat, dan efisien. Diharapkan usulan pengembangan aplikasi penelitian ini dapat mendukung kerja Pemerintah Kota secara konkret dalam mengatasi persoalan penyalahgunaan BBM bersubsidi oleh ulah oknum pengetap BBM yang selama ini bertindak curang melakukan aksi jual kembali BBM eceran dengan harga tinggi sehingga turut ikut serta meminimalisir kelangkaan BBM guna menuju konsumsi energi tepat sasaran, khususnya di Kota Tarakan di masa yang akan datang.

2. METODE

2.1. Jenis dan Bentuk Data

Citra merupakan gambar/foto objek dua dimensi yang dapat disimpan dalam media digital sebagai hasil proyeksi dari alat perekaman [18]. Citra adalah matriks dua dimensi yang terdiri dari penomoran yang menunjukkan koordinat piksel dan masing-masing piksel berisi angka-angka yang menunjukkan tingkat kecerahan. Setiap elemen pada citra digital disebut piksel.

Data yang akan digunakan sebagai data uji pada penelitian ini merupakan citra kendaraan bermotor, hanya saja berupa citra *real-time* yang bergerak atau biasa disebut video. Konsep video pada dasarnya sama dengan citra, hanya saja video merupakan citra digital diam (*frame*) yang ditampilkan secara beruntun dengan kecepatan tertentu (*frame/detik*) sehingga memberi kesan memunculkan pergerakan objek pada citra. Selanjutnya, dari video kendaraan bermotor akan diambil pada area plat nomor kendaraan, dimana plat nomor kendaraan adalah adalah plat aluminium Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) yang wajib terpasang di setiap kendaraan bermotor yang digunakan di jalan. Kode wilayah dan nomor registrasi di baris pertama dan masa berlaku di baris kedua harus terdapat dalam TNKB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Format Plat Nomor Kendaraan Bermotor Kota Tarakan

Nomor urut registrasi TNKB terdiri dari satu sampai dengan empat angka, dan ditempatkan setelah Kode Wilayah Pendaftaran. Tanda pengenal berupa huruf A sampai dengan Z di belakang nomor urut registrasi akan muncul apabila nomor urut registrasi yang telah dialokasikan habis digunakan dan mulai dari awal kembali. Tanda pengenal menggunakan dua hingga tiga huruf seri di belakang tanda pengenal huruf apabila nomor registrasi yang telah dialokasikan habis digunakan hingga kelipatan telah sampai huruf Z dan mulai dari awal kembali. Nomor urut TNKB dialokasikan sesuai dengan aturan jenis kendaraan bermotor.

Tabel 1. Kelompok Jenis Kendaraan Berdasarkan Nomor Urut Registrasi

Nomor Urut Registrasi	Kelompok Jenis Kendaraan
1 s/d 1999	Kendaraan Penumpang dan Mobil
2000 s/d 6999	Sepeda Motor
7000 s/d 7999	Bus
8000 s/d 9999	Kendaraan Beban

Warna TNKB di Indonesia juga memiliki artinya masing-masing, diantaranya adalah:

- Warna dasar Hitam dengan Tulisan berwarna Putih adalah untuk Kendaraan Bermotor Perseorangan atau sewa.
- Warna dasar Kuning dengan Tulisan berwarna Hitam adalah untuk Kendaraan Bermotor Umum.
- Warna dasar Merah dengan Tulisan berwarna Putih adalah untuk Kendaraan Bermotor milik Pemerintah.
- Warna dasar Putih atau Merah dengan Tulisan berwarna Hitam adalah untuk Kendaraan Bermotor Korps Diplomatik Negara Asing.

- Warna dasar Hitam dengan Tulisan berwarna Putih dan terdiri dari 5 Angka serta kode angka Negara yang dicetak lebih kecil dengan format sub-bagian adalah diperuntukan Kendaraan Bermotor Staff Operasional Korps Diplomatik Negara Asing

Khusus di Tarakan dan Kota/Kabupaten lain yang masuk dalam provinsi Kalimantan Utara, maka kode wilayah registrasi plat nomor yang terpasang di kendaraan adalah KU. Aturan ini baru berlaku pada April 2017, meskipun sebageian plat nomor di Kalimantan Utara masih ada yang menggunakan KT yang merupakan plat nomor induk awal provinsinya, yaitu Kalimantan Timur sebelum memisahkan diri untuk menjadi provinsi sendiri.

2.2. Pengambilan Sampel Data

Pengambilan sampel data uji penelitian ini bersifat primer yang diperoleh peneliti melalui proses pengakuisian data plat dari sebanyak 30 data citra bergerak kendaraan bermotor secara *real-time* menjadi data citra plat nomor kendaraan wilayah Kota Tarakan yaitu KU dan KT menggunakan kamera CCTV atau yang sejenis.

2.3. Spesifikasi Minimum Sistem

30 data video kendaraan bermotor (yang terdapat area citra plat nomor) kemudian diujicobakan dan diolah menggunakan sistem usulan menggunakan komputer PC dengan spesifikasi dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Minimum Sistem

Jenis	Spesifikasi
Prosesor	Intel Core I5, 3,00 Ghz
Memori	4,00 GB
Sistem Operasi	Windows 7
Penyimpanan	1 GB
Bahasa Pemrograman	VB.Net
Library Tambahan	OpenALRP, OpenCV v2.4.8+, Tesseract OCR v3.0.4

2.4. Instalasi OpenALPR

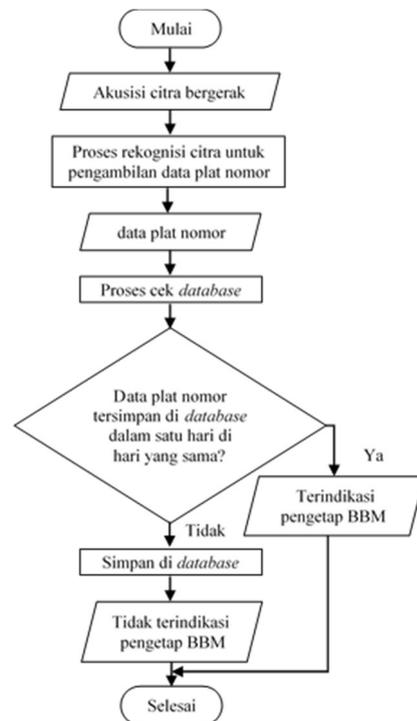
OpenALPR yang akan digunakan sebagai pustaka untuk mengkonversi bentuk citra plat nomor kendaraan menjadi string plat nomor yang nantinya bisa disimpan di dalam *database*. Akan tetapi, sebelum dapat menggunakan OpenALPR, terlebih dahulu diinstall di sistem operasi. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menginstalasi OpenALPR di sistem operasi Windows [16]:

- Pastikan Anda memiliki versi Visual Studio yang setidaknya 2008 atau lebih tinggi.
- Unduh dan pasang cmake untuk windows: <http://www.cmake.org/cmake/resources/software.html>
- Unduh OpenCV untuk Windows (2.4.8 saat ini): <http://opencv.org/>
- Unduh kode sumber Tesseract OCR dan file proyek VS2008 (3.0.4 pada saat ini) <https://code.google.com/p/tesseract-ocr/downloads/list>

- e. Unduh paket pengembangan Leptonica (Tesseract requirement) vs2008
<https://code.google.com/p/leptonica/downloads/list>
- f. Unduh kode sumber OpenALPR dari GitHub
<https://github.com/openalpr/openalpr>
- g. Buat direktori pustaka dan masukkan OpenCV dan Tesseract ke dalamnya.
- h. Kompilasi OpenCV dan Tesseract
 - OpenCV mengharuskan untuk menggunakan cmake (CD ke dalam direktori dan ketik cmake. Untuk membuat proyek VisualStudio).
 - Tesseract mengharuskan Anda mengarahkannya ke header leptonica dan pustaka binari sebelum dikompilasi.
 - Perhatikan bahwa tesseract harus dikompilasi sebagai sebuah pustaka. Pastikan juga bahwa mode kompilasi Anda cocok untuk setiap proyek (misalnya, Release vs Debug).
- i. Perbarui file CMakeLists.txt di direktori src OpenALPR untuk menunjuk ke folder untuk pustaka Tesseract dan OpenCV.
 - Bergantung pada versi pustaka, mungkin perlu menyesuaikan pustaka yang ditautkan di sini juga (mis., Liblpt168 mungkin liblpt173 di beberapa titik di masa mendatang). Ini sesuai dengan file pustaka untuk Leptonica dan Tesseract.
- j. Menggunakan command prompt, CD ke direktori src openalpr dan ketik "cmake."
- k. Buka Visual Studio dan lakukanlah kompilasi.
- l. Jika semua berjalan dengan baik, harus ada "alpr" yang dapat dieksekusi. Untuk menjalankannya, dibutuhkan sejumlah DLL dari OpenCV. Cari DLL di direktori OpenCV dan salinlah DLL tersebut ke *executable* proyek yang akan dibuat.

2.5. Flowchart Sistem Usulan

Secara umum, rancangan *flowchart* pengembangan sistem usulan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar ini menunjukkan bahwa rancangan aplikasi usulan penelitian ini dimulai dengan menangkap citra bergerak (video) kendaraan roda dua secara real time menggunakan kamera CCTV atau yang sejenis. Citra bergerak yang ditangkap kemudian ditransfer ke dalam mini PC dan diolah oleh sistem usulan. Teknis pengolahan yang dilakukan sistem usulan adalah citra bergerak dikonversi terlebih dahulu ke dalam bentuk frame citra diam, dimana masing-masing citra bergerak memiliki jumlah frame citra diam yang berbeda-beda tergantung lamanya pengambilan objek citra bergerak. Frame-frame citra diam dari kendaraan roda dua ini yang selanjutnya akan diproses, diolah, dan direkognisi menggunakan pustaka OpenALPR, hingga dihasilkan segmentasi citra plat nomor saja dengan membuang area citra yang bukan plat nomor. Citra plat nomor ini untuk selanjutnya dikonversi oleh pustaka OpenALPR menjadi data string uji berupa angka plat nomor.



Gambar 2. Flowchart Sistem Usulan

Kemudian data string uji masuk ke dalam tahapan kondisi (*if-else*) dan dibandingkan dengan data string plat nomor yang telah tersimpan di *database* komputer PC dalam satu hari di hari yang sama. Jika data *string* uji plat nomor kendaraan tersebut tidak memiliki kesamaan data dengan data yang ada di *database*, maka data *string* uji akan disimpan di *database* (dikatakan pengendara yang memiliki data *string* uji plat nomor kendaraan tersebut baru pertama kali mengisi BBM di hari yang sama, sehingga pengendara tidak terindikasi pelaku pengetap BBM bersubsidi). Sedangkan, jika sebaliknya data *string* uji memiliki kesamaan data atau pernah tersimpan di *database* sebelumnya di hari yang sama, maka sistem akan memunculkan notifikasi, bisa dalam bentuk alarm, nyala lampu, pesan singkat, dan lain sebagainya (pengendara dinyatakan terindikasi pelaku pengetap BBM bersubsidi).

2.6. Evaluasi Sistem Usulan

Hasil identifikasi plat nomor yang akan dilakukan oleh sistem usulan untuk selanjutnya dianalisa dan dievaluasi menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

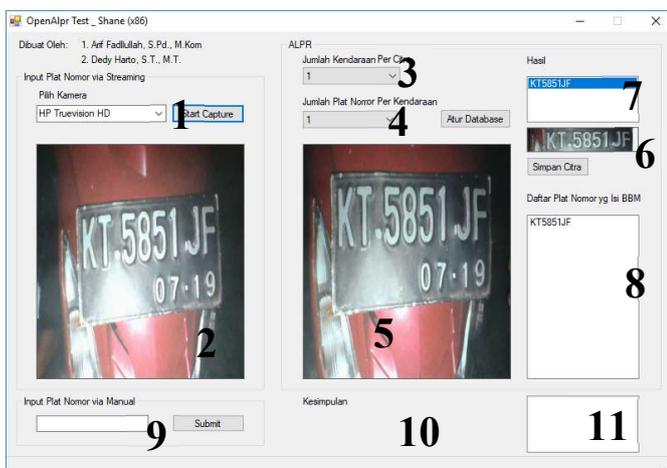
$$Akurasi = \frac{\sum data_uji_teridentifikasi}{\sum data_kontrol} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana $\sum data_kontrol$ merupakan jumlah sesungguhnya data kontrol nilai plat nomor (30 citra bergerak kendaraan bermotor), sedangkan $\sum data_uji_teridentifikasi$ merupakan jumlah data nilai plat nomor yang berhasil direkognisi sistem usulan. Untuk pengujian akurasi akan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Tahap pertama dilakukan pengujian akurasi pada hasil konversi citra real-time plat nomor kendaraan ke dalam bentuk data string plat nomor kendaraan. Per-video/citra real time plat nomor akan diarahkan ke kamera untuk diperoleh nilai data string plat nomor yang akan disimpan pada *listbox*. Jika percobaan pertama dapat nilai stringnya tetapi berbeda dengan yang tertera di plat nomor, maka dicoba kembali hingga maksimal 5 kali percobaan pengambilan. Jika pada saat percobaan yang kelima, ternyata sistem tetap salah atau gagal dalam mengambil nilai string plat nomor, maka akan dihitung sebagai gagal direkognisi, namun tetap disimpan pada *listbox*.
- Tahap kedua dilakukan pengujian akurasi identifikasi data string plat nomor ganda dengan membandingkan hasil identifikasi plat nomor untuk data uji baru dengan data string plat nomor yang telah tersimpan di *listbox*. Ditahapan ini terdapat 4 kemungkinan hasil identifikasi. 1) Data string plat nomor yang diidentifikasi sama dengan data fisik plat nomor sebenarnya dan data yang disimpan di *listbox*; 2) Data string plat nomor yang diidentifikasi tidak sama dengan data fisik plat nomor sebenarnya, tetapi sama dengan data yang disimpan di *listbox*; 3) Data string plat nomor yang diidentifikasi sama dengan data fisik plat nomor sebenarnya, tetapi tidak sama dengan data yang disimpan di *listbox*; 4) Data string plat nomor yang diidentifikasi tidak sama dengan data fisik plat nomor sebenarnya dan yang disimpan di *listbox*. Dari keempat kemungkinan hasil identifikasi ini, yang masuk sebagai kategori berhasil teridentifikasi adalah nomor 1 dan 2, sedangkan yang gagal adalah nomor 3 dan 4.

3. HASIL

Hasil dan luaran yang dicapai dalam penelitian ini adalah sebuah sistem/aplikasi usulan yang dapat mengambil citra plat nomor kendaraan dari citra bergerak objek kendaraan untuk kemudian diubah secara otomatis menjadi data *string* plat nomor dan dilakukan proses perbandingan dengan data yang telah ada di *database* sehingga mampu mengidentifikasi adanya plat nomor kendaraan ganda (indikasi pelaku pengetap BBM secara berulang-ulang).



Gambar 3. Tampilan antarmuka aplikasi usulan

Gambar 3 menunjukkan tampilan antarmuka aplikasi usulan dengan masing-masing fungsi dan bagiannya akan dijelaskan sebagai berikut:

- Bagian 1 adalah *combobox* untuk memilih kamera yang akan digunakan dalam melakukan *start capture* citra *real-time* plat nomor kendaraan bermotor yang terpasang di motor.
- Bagian 2 adalah kolom untuk menampilkan citra *real-time* plat nomor kendaraan bermotor yang ditangkap kamera.
- Bagian 3 adalah *combobox* untuk memilih berapa banyak kendaraan yang dapat ditangkap kamera per citra.
- Bagian 4 adalah *combobox* untuk memilih berapa banyak plat nomor kendaraan yang dapat ditangkap kamera per kendaraan per citra.
- Bagian 5 adalah kolom untuk menampilkan citra frame diam plat nomor kendaraan yang berhasil ditangkap sistem berbasis OpenALPR dari citra *real-time* plat nomor kendaraan yang tampil di Bagian 2.
- Bagian 6 adalah kolom untuk menampilkan citra *cropping* plat nomor kendaraan hasil olahan sistem berbasis OpenALPR terhadap citra diam yang ditampilkan pada Bagian 5. Citra ini hanya berisi segmentasi plat nomor dengan membuang bagian citra lain yang tidak perlu.
- Bagian 7 adalah kolom untuk menampilkan data *string* plat nomor kendaraan hasil pengolahan secara otomatis sistem berbasis OpenALPR terhadap citra *cropping* yang ditampilkan pada Bagian 6. Data inilah yang kemudian akan disimpan ke *database* sistem atau dibandingkan dengan data yang ada di *database* sistem.
- Bagian 8 adalah *listbox* untuk menyimpan data *string* plat nomor kendaraan yang berhasil pertama kali di-*capture* oleh sistem di hari yang sama.
- Bagian 9 adalah *textbox* untuk menginputkan data *string* plat nomor secara manual ke dalam *listbox* bagian 8, jika sistem tidak dapat menangkap citra plat nomor secara otomatis suatu kendaraan.
- Bagian 10 adalah *textlabel* untuk menampilkan pernyataan "Terindikasi Plat Nomor Ganda (Pengetap BBM)" jika terdapat data *string* plat nomor kendaraan yang berhasil di-*capture* oleh sistem lebih dari sekali di hari yang sama.
- Bagian 11 adalah *listbox* untuk menampilkan data *string* plat nomor kendaraan yang berhasil di-*capture* oleh sistem lebih dari sekali di hari yang sama.

Berikutnya untuk dapat menggunakan aplikasi ini akan dibahas langkah-langkah penggunaannya sebagai berikut:

- Cara penggunaannya adalah pilih jenis kamera di kolom "Pilih Kamera". Setelah itu, pada Bagian 3 dan 4, atur banyaknya plat nomor kendaraan diatur per kendaraan per citra (untuk jumlah lebih kendaraan per citra masih dalam tahap pengembangan).
- Selanjutnya klik tombol *Start Capture*, maka sistem akan mengaktifkan kamera untuk melakukan proses *scanning* terhadap citra *real-time* plat nomor kendaraan bermotor. Serta tombol *Pause* (tombol ini muncul menggantikan tombol *Start Capture* sesaat setelah tombol *Start Capture* di klik) yang

digunakan untuk menghentikan proses kamera mengambil citra *real-time* tersebut.

- Tunggu prosesnya, hingga sistem berhasil menangkap objek plat nomor dari citra *real-time* plat nomor kendaraan bermotor. Proses ini ditandai dengan munculnya citra diam di Bagian 5 yang citra ini kemudian diolah menghasilkan citra *crooping* plat nomor pada Bagian 6 dan hasil konversi citra *crooping* ke bentuk data *string* plat nomor pada Bagian 7. Hasil citra *crooping* juga dapat disimpan, dengan meng-klik tombol “Simpan Citra”.
- Proses ini kemudian berlanjut, dimana sistem akan membandingkan data *string* plat nomor hasil *crooping* dengan data *string* plat nomor yang ada di *listbox* Bagian 8 selaku *database* sistem. Jika di *database* tidak ditemukan ada data yang sama dari data *string* plat nomor hasil *crooping*, maka data *string* plat nomor hasil *crooping* akan disimpan ke *database* dan tidak akan muncul notifikasi “Terindikasi Plat Nomor Ganda (Pengetap BBM)”. Akan tetapi, bila di *database* ditemukan ada data yang sama dari data *string* plat nomor hasil *crooping* (karena sudah tersimpan sekali sebelumnya di hari yang sama), maka data *string* plat nomor hasil *crooping* tidak disimpan ke *database*, melainkan ditampilkan di *listbox* Bagian 11 dan akan muncul notifikasi “Terindikasi Plat Nomor Ganda (Pengetap BBM)” di Bagian 10.

3.1. Evaluasi Hasil Konversi Citra *real-time* Plat Nomor Kendaraan ke dalam Bentuk Data *string* Plat Nomor Kendaraan

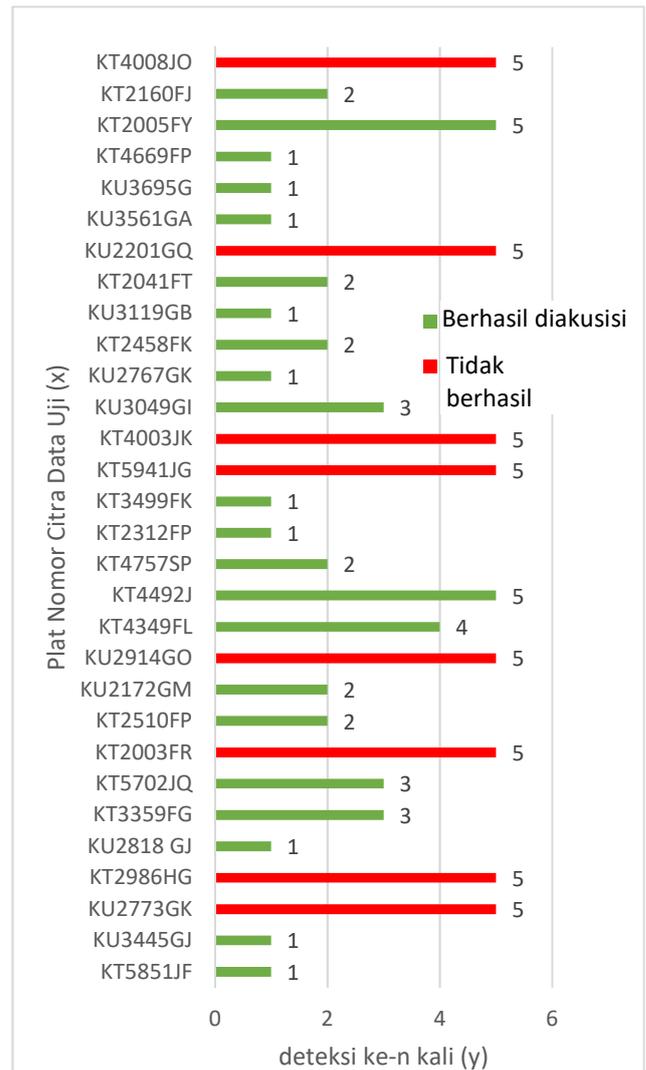


Gambar 4. Alur sistem dalam mengubah citra *real-time* plat nomor kendaraan (a) menjadi data *string* plat nomor kendaraan (b)

Gambar 4. menunjukkan bagaimana sistem dapat mengubah citra *real-time* kendaraan bermotor menjadi data *string* plat nomor kendaraan. Diawali dengan memilih jenis kamera dan menekan tombol “Start Capture”, maka kamera akan nyala dan siap untuk merekam citra plat nomor. Gambar 4.a menunjukkan proses *streaming* citra plat nomor tersebut sampai dengan sistem berhasil menangkap objek plat nomor hingga memunculkan citra. Citra diam inilah yang kemudian dianalisis oleh sistem menggunakan pustaka

OpenALPR hingga diperoleh citra *crooping* plat nomor dan data *string* plat nomor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.b.

Untuk menguji sejauh mana kemampuan sistem usulan dalam melakukan segmentasi citra *real-time* plat nomor menjadi data *string* plat nomor kendaraan, maka dilakukan evaluasi menggunakan rumus akurasi seperti yang telah dijelaskan pada bab metodologi. Yang mana semakin besar nilai persentase akurasi maka hasil rekognisi data *string* plat nomor kendaraan semakin mendekati nilai sebenarnya dengan citra plat nomor kendaraan. Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian sistem dalam mengakuisisi dan mengubah 30 data citra *real-time* plat nomor kendaraan ke dalam data *string* plat nomor kendaraan.



Gambar 5. Hasil pengujian sistem dalam mengakuisisi citra plat nomor menjadi data *string*

Berdasarkan banyaknya grafik batang berwarna hijau yang ditunjukkan pada Gambar 5 diperoleh bahwa jumlah plat nomor yang berhasil teridentifikasi dan dapat diubah ke dalam bentuk data *string* oleh sistem adalah sebanyak 22 citra, sehingga berdasarkan perhitungan menggunakan rumus akurasi diperoleh rata-rata akurasi

adalah 73,3%. Selanjutnya, jika melihat banyaknya jumlah grafik batang berwarna merah yang ditunjukkan pada Gambar 5, maka terdapat 8 citra bergerak yang gagal teridentifikasi dan diubah ke dalam bentuk data *string* oleh sistem, meskipun pendeteksian coba dilakukan hingga 5 kali deteksi per citra untuk kedelapan citra bergerak tersebut.

Selain itu, Gambar 5 juga menunjukkan jika 10 plat nomor yang berhasil diakusisi datanya saat 1 kali deteksi oleh sistem; 6 plat nomor yang berhasil diakusisi datanya saat 2 kali deteksi oleh sistem; 3 plat nomor yang berhasil diakusisi datanya saat 3 kali deteksi oleh sistem; 1 plat nomor yang berhasil diakusisi datanya saat 4 kali deteksi oleh sistem; dan 2 plat nomor yang berhasil diakusisi datanya saat 5 kali deteksi oleh sistem. Ini menandakan bahwa sistem perlu melakukan pendeteksian citra plat nomor berulang kali hingga mendapatkan data *string* plat nomor sesuai dengan data sebenarnya dengan rata-rata banyaknya pendeteksian yang dilakukan per citra untuk 30 data citra uji penelitian ini adalah 2,8 kali.

3.2. Sistem menyimpan Data string Plat Nomor ke dalam kolom Listbox

Gambar 6 menunjukkan bagaimana sistem dapat menyimpan data *string* dengan sampel plat nomor bertuliskan KT5851JF ke dalam kolom *listbox* sebagai *database* sesaat setelah sistem berhasil mengubah citra *real-time* kendaraan bermotor menjadi data *string* plat nomor kendaraan. Selain itu, Gambar 7 juga menunjukkan bagaimana sistem berhasil mendapatkan data *string* plat nomor bertuliskan KU3445GJ yang kemudian disimpan ke dalam kolom *listbox* tanpa menghapus data KT5851JF sebagai data sebelumnya. Proses ini terus berlangsung untuk sebanyak 30 data, hingga diperoleh data yang berhasil disimpan di *listbox* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



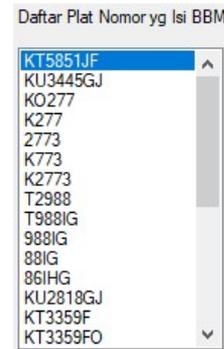
Gambar 6. Penyimpanan data *string* plat nomor saat iterasi ke-1

Pada Gambar 8 terlihat bahwa untuk mengenali sebuah plat nomor kendaraan, terdapat tiga kemungkinan yang terjadi yaitu: a) sistem dapat secara langsung mengidentifikasi ke dalam sebuah data *string* plat nomor dengan benar, sehingga di dalam *listbox* tersimpan 1 data untuk 1 citra; b) sistem dapat menghasilkan beberapa data *string* plat nomor sebelum memperoleh sebuah data *string* plat nomor yang benar, sehingga di dalam *listbox* tersimpan lebih dari 1 data (maks. 5 data untuk 1 citra); dan c) sistem tidak dapat atau salah dalam mengidentifikasi citra plat nomor ke dalam data *string* plat nomor,

sehingga di dalam *listbox* tersimpan lebih dari 1 data (maks. 5) untuk 1 citra.



Gambar 7. Penyimpanan data *string* plat nomor saat iterasi ke-2

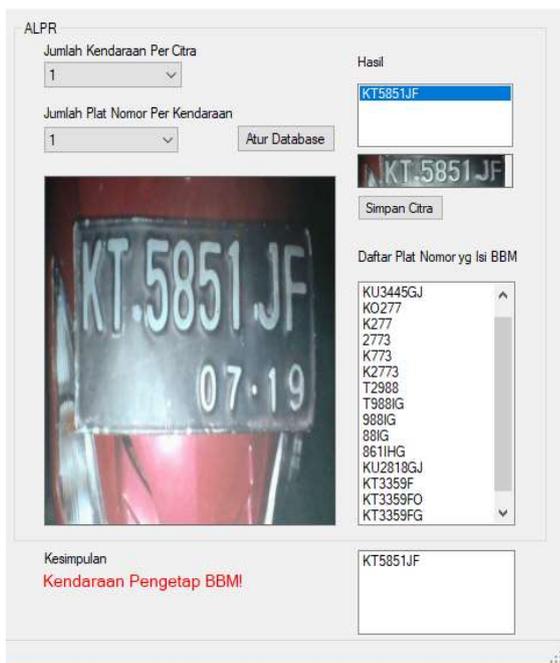


Gambar 8. Data hasil akusisi yang tersimpan di *database listbox* sistem usulan

Untuk itu, pengujian untuk 30 data primer citra kendaraan bermotor ini bisa menghasilkan lebih dari 30 data *string* plat nomor. Data inilah yang kemudian digunakan sebagai *record* pengecekan di hari yang sama, sehingga jika beberapa kendaraan bermotor yang citra platnya digunakan sebagai bagian dari 30 data uji disimulasikan melakukan pengisian BBM kembali di hari yang sama, maka akan teridentifikasi data *string* plat nomor ganda.

3.3. Hasil Identifikasi Data String Plat Nomor Kendaraan Ganda

Gambar 9 menunjukkan bagaimana sistem dapat mengidentifikasi plat nomor ganda, dengan membandingkan data *string* plat nomor yang baru di-capture dengan data *string* plat nomor yang telah tersimpan di *listbox* sebagai data *record* aplikasi. Jika ternyata data *string* plat nomor yang baru di-capture bernilai sama dengan data *string* plat nomor yang telah tersimpan di *listbox*, maka sistem memunculkan notifikasi “Kendaraan Pengetap BBM” berwarna merah. Data *string* plat nomor kendaraan ganda hasil dari identifikasi sistem usulan kemudian ditampilkan di pojok bawah paling kanan dari tampilan sistem. Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian sistem dalam mengidentifikasi plat nomor kendaraan ganda.



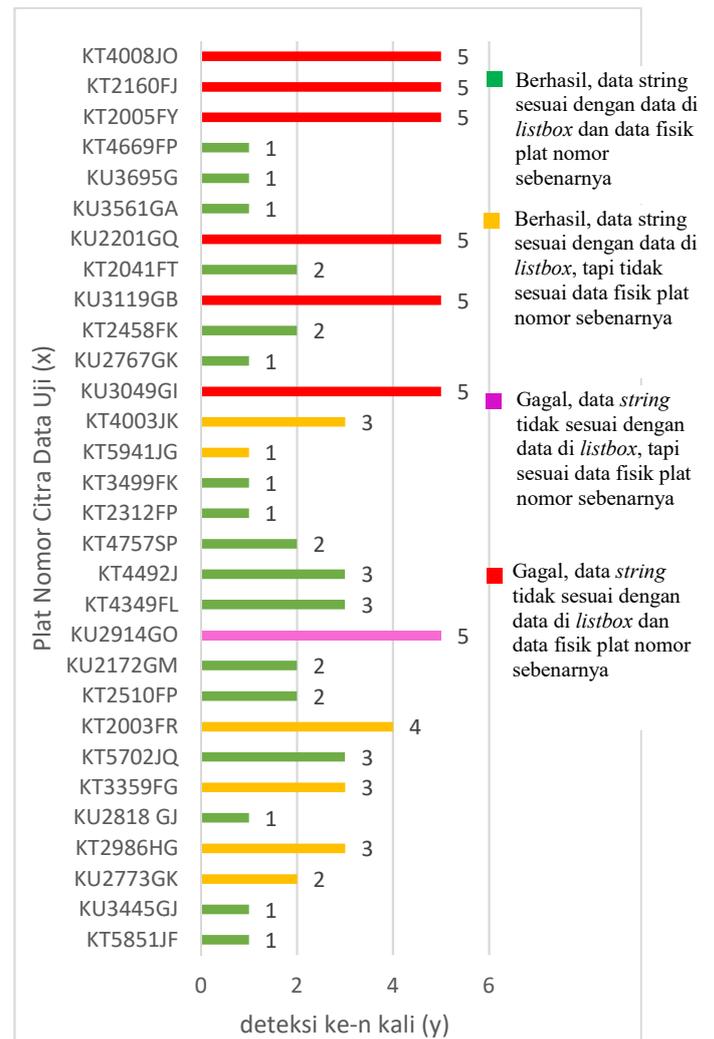
Gambar 9. Proses identifikasi plat nomor kendaraan ganda oleh sistem usulan

Gambar 10 menunjukkan bahwa sebagian besar data plat nomor kendaraan ganda dapat teridentifikasi (dapat dilihat dari grafik batang berwarna hijau dan kuning), hanya saja masih ada sebagian yang salah dalam proses identifikasi. Dari hasil yang ini kemudian dihitung akurasi sistem dalam mengidentifikasi plat nomor kendaraan ganda (data string yang diperoleh kedua kali sama dengan data string yang tersimpan di *listbox*), dari sini kemudian diperoleh bahwa rata-rata akurasi pengujian sebesar 76,7%, dengan rincian: a) Data *string* yang diperoleh sesuai dengan data di *listbox* dan data fisik plat nomor sebenarnya sebanyak 17 citra bergerak. b) Data *string* yang diperoleh sesuai dengan data di *listbox*, tetapi tidak sesuai data fisik plat nomor sebenarnya sebanyak 6 citra bergerak.

4. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa sistem berbasis OpenALPR cukup akurat dan efisien dalam mendeteksi 30 citra bergerak plat nomor kendaraan dan mengubahnya ke dalam bentuk data *string* dengan rata-rata hasil akurasi adalah 73,3% dan rata-rata banyaknya pendeteksian per-citra adalah 2,8 kali. Masih terdapat *error* sekitar 26,7% citra bergerak plat nomor yang gagal diakusisi. Hal ini terjadi karena terdapat beberapa faktor kegagalan akusisi, diantaranya: a) Pada saat proses pengambilan gambar, posisi citra plat nomor diambil dalam keadaan miring, sehingga menyulitkan sistem untuk mengklasifikasikan gambar citra plat nomor menjadi *string* plat nomor kendaraan; b) Adanya *noise* pada plat nomor kendaraan, seperti coretan kecil, warna plat yang pudar, dan pencahayaan yang redup/gelap saat proses pengambilan citra, sehingga menghilangkan sebagian tulisan di citra plat nomor; c) Sistem gagal mengidentifikasi *string* plat nomor kendaraan berdasarkan citra

plat nomor karena terdapat beberapa angka atau huruf yang penulisannya memiliki kemiripan satu dengan yang lain, seperti huruf “0, O, Q, dan D”.



Gambar 10. Hasil pengujian sistem dalam mengidentifikasi plat nomor kendaraan ganda (teridentifikasi pengetap BBM)

Angka atau huruf inilah yang membuat sistem berbasis OpenALPR kesulitan untuk membedakan huruf-huruf tersebut. Gambar 11 menunjukkan salah satu contoh bagaimana citra kendaraan dengan nomor “KT4008JO” ketika diakusisi sistem malah menghasilkan data *string* plat nomor bernilai “KT4008J0”, dimana terdapat kesalahan akusisi pada digit ke-5 (seharusnya “0”, bukan “O”) dan digit ke-8 (seharusnya “O”, bukan “0”). Dan memang secara kasat mata, angka “0” atau huruf “O” yang terpasang di plat nomor tersebut terlihat sama.



Gambar 11. Kesalahan akuisisi yang dilakukan oleh sistem usulan

Berikutnya, dari hasil penelitian diperoleh bahwa sistem cukup akurat dalam mengidentifikasi 30 citra bergerak plat nomor kendaraan ganda (data string yang diperoleh kedua kali sama dengan data string yang tersimpan di *listbox*), dengan nilai rata-rata akurasi sebesar 76,7% dengan *error* sekitar 23,3%.

Terdapat beberapa faktor mengapa kesalahan identifikasi plat nomor ganda bisa terjadi, diantaranya: 1) data *string* plat nomor yang telah tersimpan kali pertama di *listbox* tidak benar, sehingga ketika citra plat itu diuji kembali untuk kali kedua, sistem malah berhasil mengidentifikasi data *string* sesuai dengan data sebenarnya, sehingga citra tersebut gagal teridentifikasi sebagai plat ganda (dapat dilihat dari grafik batang berwarna pink pada Gambar 10); 2) Data *string* plat nomor yang telah tersimpan kali pertama di *listbox* benar, akan tetapi ketika citra plat itu diuji kembali untuk kali kedua dan ternyata sistem tidak berhasil mengidentifikasi data *string* sesuai dengan data sebenarnya, sehingga citra tersebut gagal teridentifikasi sebagai plat ganda (dapat dilihat dari grafik batang berwarna merah pada Gambar 10); 3) Data *string* plat nomor yang telah tersimpan kali pertama di *listbox* tidak benar, dan ketika citra plat itu diuji kembali untuk kali kedua oleh sistem ternyata juga tidak teridentifikasi data *string* sesuai dengan data sebenarnya, sehingga citra tersebut juga gagal teridentifikasi sebagai plat ganda, dan terakhir; 4) Data *string* plat nomor yang telah tersimpan kali pertama di *listbox* tidak benar, dan ketika citra plat itu diuji kembali untuk kali kedua oleh sistem ternyata juga tidak teridentifikasi dengan benar, akan tetapi ketidakbenaran pengujian kali pertama dan kedua menghasilkan data *string* plat nomor yang sama sehingga citra plat nomor tersebut teridentifikasi plat ganda, meskipun data string plat nomornya tidak sama dengan aslinya (dapat dilihat dari grafik batang berwarna kuning pada Gambar 10).

Selain itu, sistem ini masih memiliki kelemahan pada *database* sistem yang belum dibuat secara permanen, sehingga jika sistem *error/off*/gangguan sebelum 24 jam, maka *database* tersebut akan reset dan ada kemungkinan kendaraan akan bisa mengisi BBM lebih dari satu kali di hari yang sama saat sistem gangguan. Kemudian, pada sistem kemungkinan kendaraan yang baru pertama kali mengisi BBM dianggap pengetap, karena pada saat satu kali proses pengisian ternyata kamera, sistem ternyata menangkap lebih dari satu kali citra plat nomor yang sama dengan cepat dalam beberapa detik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian hasil penelitian yang telah dilakukan menandakan bahwa sistem cukup akurat dan efisien untuk diterapkan sebagai aplikasi identifikasi otomatis pengetap BBM bersubsidi yang melakukan pengisian berulang kali. Dengan nilai rata-rata akurasi sistem dalam mengkonversi 30 citra bergerak/video plat nomor kendaraan menjadi data *string* plat nomor dan menyimpannya di *database* sebesar 73,3%, rata-rata banyaknya pendeteksian yang dilakukan per citra adalah 2,8 kali, dan rata-rata nilai akurasi sistem dalam mengidentifikasi data plat nomor kendaraan ganda berdasarkan data uji yang berhasil tersimpan di *database* sebesar 76,7%. Akan tetapi, perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut sebelum benar-benar diterapkan di lingkungan SPBU dalam jangka waktu yang lama. Sistem ini perlu dilakukan perbaikan, terutama bagian modifikasi algoritma OpenALPR agar mampu mengatasi kelemahan dalam mengidentifikasi angka/huruf plat nomor yang memiliki kemiripan bentuk, *noise*, pencahayaan, dan posisi pengambilan citra bergerak plat nomor yang beragam. Dari sisi *record* data, perlu ditambahkan *database* dengan *record* permanen selama 24 jam sehingga *database* tersebut tidak mudah hilang jika ada gangguan sistem. Perlu juga dibuat rentang waktu identifikasi plat nomor kendaraan, misalnya penambahan *record* jam pengisian sekitar 10 s/d 30 menit per kendaraan, sehingga jika sistem mendeteksi beberapa kali citra plat nomor yang sama dalam rentang waktu tersebut, maka dianggap belum teridentifikasi plat nomor ganda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada LPPM Universitas Borneo Tarakan yang memberikan bantuan pendanaan kegiatan penelitian kami ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula DIPA Lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. D. Widiyanto, H. M. Wijaya dan I. P. Windasari, "Sistem Parkir Berbasis RFID dan Pengenalan Citra Pelat Nomor Kendaraan," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer (JTSISKOM)*, vol. 5, no. 3, pp. 115-122, 2017.
- [2] A. Bahtiar, "Sistem Deteksi Nomor Polisi Mobil dengan menggunakan Metode Haar Classifier dan OCR guna Mempermudah Administrasi Pembayaran Parkir," *Journal of Information and Technology (J-Intech)*, vol. 4, no. 1, pp. 40-46, 2017.
- [3] J. Reswandi, P. Pangaribuan dan R. Atmaja, "Rancang Bangun Prototype Kendali Pintu Gerbang Parkir Berbasis Pelat Nomor Polisi dan Barcode menggunakan Pengolahan Citra Digital," *eProceedings of Engineering*, vol. 2, no. 1, 2015.
- [4] P. K. Dutta, A. Chakraborty, S. Bhadury, A. Sinha, S. Mitra dan S. Das, "Smart Usage of Open Source License Plate Detection and using IoT Tools for Private Garage and Parking

- Solutions,” dalam *International Conference on Industry Interactive Innovations in Science, Engineering and Technology (I3SET2K19)*, Kalyani, India, 2019.
- [5] E. Suharyanto, “Pencarian Informasi Pajak Kendaraan Berdasarkan Plat Nomor menggunakan Pustaka Tesseract dan Opencv Python,” *Jurnal Ilmu Komputer (JIK)*, vol. 3, no. 1, pp. 14-17, 2020.
- [6] H. Diwanti, S. Sumaryo dan C. Setianingsih, “Real Time Smart CCTV untuk Mendeteksi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Optical Character Recognition,” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 3045-3052, 2019.
- [7] A. Susanto, “Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor,” *Jurnal Pseudocode*, vol. VI, no. 1, pp. 49-57, 2019.
- [8] K. Anwariyah, “Deteksi Objek Nomor Kendaraan pada Citra Kendaraan Bermotor,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia (JTIM)*, vol. 1, no. 4, pp. 311-317, 2020.
- [9] H. Muchtar dan F. Said, “Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Robert Filter dan Framing Image Berbasis Pengolahan Citra Digital,” *Jurnal Resistor*, vol. 2, no. 2, pp. 105-112, 2019.
- [10] E. Sugiarto dan A. Fahmi, “Fitur Ekstraksi Berbasis Discrete Wavelet Transform untuk Pengenalan Karakter pada Plat Nomor Kendaraan,” *Jurnal Techno.Com*, vol. 16, no. 3, pp. 292-299, 2017.
- [11] Farida, Z. Zainuddin dan S. Sahibu, “Sistem Deteksi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (KNN),” *Jurnal Riset Informatika*, vol. 1, no. 2, pp. 65-70, 2019.
- [12] N. H. Harani, C. Prianto dan M. Hasanah, “Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Python,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 3, pp. 47-53, 2019.
- [13] F. Yusuf, “Pendeteksian Nomor Polisi Kendaraan Bermotor Berbasis Citra Digital menggunakan Metode Binerisasi dan Template Matching,” *Jurnal Teknosains*, vol. 11, no. 1, pp. 63-70, 2017.
- [14] K. Ibnutama, Z. Panjaitan dan E. F. Ginting, “Modifikasi Metode Template Matching pada OCR untuk Meningkatkan Akurasi Deteksi Plat Nomor Kendaraan,” *J-Sisko Tech*, vol. 2, no. 2, pp. 21-29, 2019.
- [15] R. Humonggio, R. K. Abdullah dan M. Asri, “Pengenalan Plat Nomor Menggunakan Image Processing Pada Perangkat Mikrokontroler,” *Jurnal Teknologi Informasi Indonesia (JTII)*, vol. 4, no. 2, pp. 63-70, 2019.
- [16] M. Hill, “Compilation instructions (Windows),” 2015. [Online]. Available: [https://github.com/openalpr/openalpr/wiki/Compilation-instructions-\(Windows\)](https://github.com/openalpr/openalpr/wiki/Compilation-instructions-(Windows)). [Diakses 6 28 2018].
- [17] H. Ren, “A new car logo extraction method based on license plate detection,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1486, pp. 1-8, 2020.
- [18] T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhartono, O. D. Nurhayati dan W. , *Teori Pengolahan Citra Digital*, 1 penyunt., Yogyakarta: Andi Offset, 2009.

BIODATA PENULIS



Arif Fadllullah, S.Pd., M.Kom. merupakan staf pengajar di lingkungan program studi Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan dengan fokus riset adalah pengolahan sensor citra dan visi komputer, *machine learning*, dan pengembangan sistem pendukung keputusan.

Google scholar id:

https://bit.ly/penelitian_ariffadllullah



Dedy Harto, S.T., M.T. merupakan staf pengajar di lingkungan program studi Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan dengan fokus riset adalah elektronika dan sensor, *machine learning*, dan pengembangan sistem pendukung keputusan.

Google scholar id:

https://bit.ly/penelitian_dedyharto

Ani Kurniawati merupakan mahasiswa di lingkungan program studi Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan dengan fokus riset adalah pengolahan citra dan saat ini sedang mengerjakan penelitian lanjutan, tugas akhir terkait identifikasi penyakit pada rumput laut berbasis citra.