

Pendeteksi *Flashover* dan Aplikasi Android pada TPSS LRT Jabodebek Berbasis *Computer Vision* dan Android Studio

Nerissa Diana Resty¹, Galuh Triyanto¹, Isnan Nur Rifai^{1,*}

¹Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Gadjah Mada; nerissadr99@gmail.com, galuhtriyanto9@gmail.com

*Korespondensi: isnan.nur@ugm.ac.id

Abstract – The traffic jam in Jakarta and the cities around it, namely Bogor, Depok, and Bekasi, became the government's background in developing the Jabodebek light rail transit (LRT) project. In Jabodebek LRT construction, there is a TPSS which is short for Traction Power Substation, often known as a Traction substation. The Traction Substation is an electric power source for electric railroad trains, including the Jabodebek LRT. Inside the Traction station, there is a 20 kV Cubicle which is a power cable compartment. Some disturbances often occur in this 20 kV cubicle, one of which is the flashover. If the flashover remains, this is disturbing and detrimental to many people, including Jabodebek LRT passengers. Flashover can be caused by air humidity so that water vapor is attached to the power cable isolator. So this research was conducted as a preventative measure for the damage to cubicles due to flashover. Besides creating a system to detect flashovers, an Android application is also made to display the results of flashover detection. Raspberry Pi as the main controller of the flashover detection system, using the Hough Circle Transformation and Python programming language, as for the application using the Java programming language based on Android Studio. The data analysis method used is the Confusion Matrix. Based on the experimental results, the system works well to detect the flashover, with an average accuracy of the system reaching 80.18%. The distance, lighting factors, and barrier media affect the detection results.

Keywords – Jabodebek LRT, flashover, Hough Circle, android application

Intisari – Kemacetan yang terjadi di Jakarta beserta kota-kota di sekitarnya yakni Bogor, Depok, dan Bekasi menjadi latar belakang pemerintah dalam membangun proyek *light rail transit* (LRT) Jabodebek. Pada pembangunan LRT Jabodebek ini terdapat TPSS atau yang sering dikenal dengan istilah Gardu Traksi. Gardu Traksi merupakan sumber daya listrik untuk mengoperasikan kereta rel listrik termasuk LRT Jabodebek. Di dalam Gardu Traksi terdapat *cubicle* 20 kV yang di dalamnya terdapat kompartemen kabel daya. Beberapa gangguan sering terjadi pada *cubicle* 20 kV ini, salah satunya gangguan berupa *flashover*. Hal ini cukup mengganggu dan merugikan banyak orang termasuk penumpang LRT Jabodebek apabila adanya *flashover* ini terus dibiarkan. *Flashover* dapat disebabkan adanya kelembaban udara sehingga uap air melekat pada isolator kabel daya. Sehingga penelitian ini dilakukan sebagai langkah pencegahan terjadinya kerusakan *cubicle* akibat dari *flashover*. Selain membuat sistem untuk mendeteksi *flashover* dibuat juga aplikasi android untuk menampilkan hasil deteksi *flashover*. Raspberry Pi sebagai pengendali utama sistem pendeteksi *flashover*, dengan menggunakan Transformasi Hough Circle dan pemrograman bahasa Python, adapun untuk aplikasinya menggunakan bahasa pemrograman Java dengan basis Android Studio. Metode analisa data yang digunakan adalah *confusion matrix*. Hasil dari penelitian ini adalah sistem atau alat pendeteksi *flashover* dapat bekerja dengan baik dan sesuai fungsi, diperoleh rata-rata akurasi sistem yang mencapai 80,18%. Di mana jarak, faktor pencahayaan, serta medium penghalang berpengaruh terhadap hasil deteksi. Selain itu telah dibuat aplikasi guna menampilkan hasil deteksi *flashover*, aplikasi ini dapat bekerja dengan baik pula.

Kata kunci – LRT Jabodebek, *flashover*, Hough Circle, aplikasi android

I. PENDAHULUAN

Kemacetan merupakan salah satu permasalahan yang terjadi di kota-kota besar, seperti Jakarta, Bogor, Depok, dan Bekasi. Faktor yang menyebabkan terjadinya kemacetan di antaranya adalah perbandingan jumlah kendaraan dengan ruas jalan tidak seimbang, kecelakaan serta pelanggaran lalu lintas yang kerap terjadi [1], parkir liar, dan penggunaan transportasi umum yang kurang maksimal. Pemerintah membangun *light rail transit* (LRT) Jabodebek untuk wilayah Jakarta Bogor Depok dan Bekasi untuk mengurangi kepadatan serta mengurai kemacetan jalan pada Tol Jakarta-Cikampek, serta Jalan Tol Jagorawi.

Pada LRT, terdapat *medium voltage switchgear* yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan sisi sumber tenaga listrik dengan sisi beban maupun dengan peralatan listrik lain. Perangkat ini diletakkan pada *cubicle* 20kV yang terdapat di tiap-tiap TPSS (*traction power substation*) atau Gardu Traksi. Sedangkan pada suatu jaringan transmisi sering terjadi hal-hal yang dapat

mengganggu kinerja dari *medium voltage switchgear* atau suatu kondisi abnormal yang terjadi pada *switchgear* sebagai akibat dari gangguan seperti ketidakseimbangan beban [2].

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait gangguan pada *switchgear* dan *power supply* seperti *voltage monitoring* dengan ThingSpeak [3], penjadwalan berdasarkan respons beban [4]. Gangguan beruntun yang sering terjadi pada *medium voltage switchgear* adalah adanya tegangan lebih akibat pemutusan trafo tak berbeban yang dapat mengakibatkan *flashover* di suatu tempat yang akhirnya berakibat hubungan singkat (*short circuit current*). Peristiwa *flashover* juga bisa disebabkan karena kelembaban udara pada *cubicle* 20 kV, sehingga menimbulkan uap air yang dapat melekat pada isolator kabel daya. Pendeteksi *flashover* telah dikembangkan menggunakan *computer vision* Raspberry Pi [5][6], tetapi belum diaplikasikan. Adanya *flashover* dapat menyebabkan kerusakan pada kabel daya serta kerusakan peralatan listrik lainnya termasuk *switchgear*. Perangkat *switchgear* dapat memutuskan aliran

listrik apabila terdapat gangguan, terputusnya aliran listrik pada TPSS berdampak buruk pada keberlangsungan perjalanan LRT pada rel kereta api, serta berdampak pada keselamatan banyak orang.

Berdasarkan latar belakang di atas, guna mengurangi serta menghindari adanya kerusakan *cubicle* 20 kV pada TPSS maka dibuat Sistem Pendeteksi *Flashover* Pada TPSS Proyek *Light Rail Transit* (LRT) Jabodebek Berbasis Raspberry Pi dan Android Studio.

II. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

A. Perancangan Sistem

Tahap ini terbagi menjadi dua bagian, yakni perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras yakni dengan menghubungkan bahan-bahan yang digunakan sehingga bisa digunakan untuk menjalankan sistem pengontrolan, sedangkan perancangan perangkat lunak yakni dengan membuat program OpenCV dengan transformasi Hough Circle menggunakan *software* IDLE Python 3, serta membuat program pada *software* Android Studio untuk membangun sebuah aplikasi. Gambar 1 menunjukkan secara keseluruhan sistem. Diagram blok menjelaskan tentang sistem kerja secara umum dari sistem pendeteksi *flashover*, dengan menggunakan transformasi Hough Circle maka apabila ada suatu cahaya atau kilatan yang terjadi di sekitar kabel daya akan dikenali sebagai citra yang dapat ditangkap oleh Pi Camera yang kemudian digunakan untuk pengolahan citra (*image processing*) untuk memanipulasi gambar tersebut agar setiap terdapat perubahan cahaya atau api yang terdapat di sekitar kabel daya bisa dianalogikan sedang terjadi *flashover*. Setiap terdeteksi adanya cahaya maka akan ditampilkan koordinat lingkaran dan label “flashover” pada LCD TFT. Koordinat lingkaran tersebut digunakan untuk mengetahui posisi terjadinya cahaya (*flashover*) tersebut. Setelah itu hasil tangkapan layar dikirim ke Google Drive kemudian dapat

diakses melalui aplikasi “Flashoid” yang telah dibuat di Android Studio.

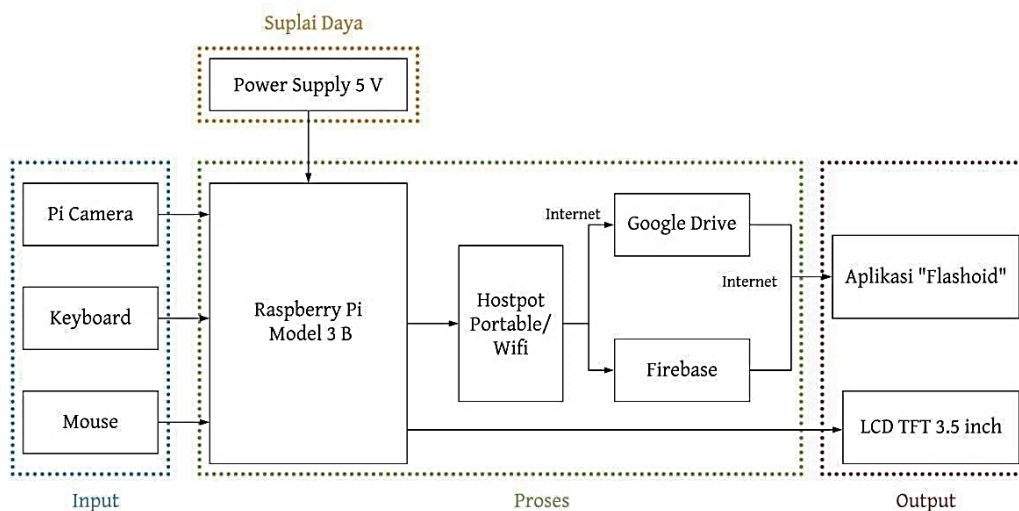
B. Perancangan Program Open CV

Gambar 2 menunjukkan rancangan sistem yang terdiri dari diagram alir program, perancangan perangkat keras, dan desain kemasan alat. Diagram alir program menggambarkan tentang proses program OpenCV dari inialisasi hingga dapat mendeteksi *flashover* dengan Transformasi Hough Circle. Yang pertama adalah *import library* yang dibutuhkan salah satunya adalah *library* OpenCV. Kemudian melakukan inialisasi Pi Camera, yang berfungsi untuk menampilkan citra selanjutnya melakukan konversi dari mode RGB (*red green blue*) ke mode *grayscale* atau hitam putih. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam membaca tingkat kecerahan pada citra.

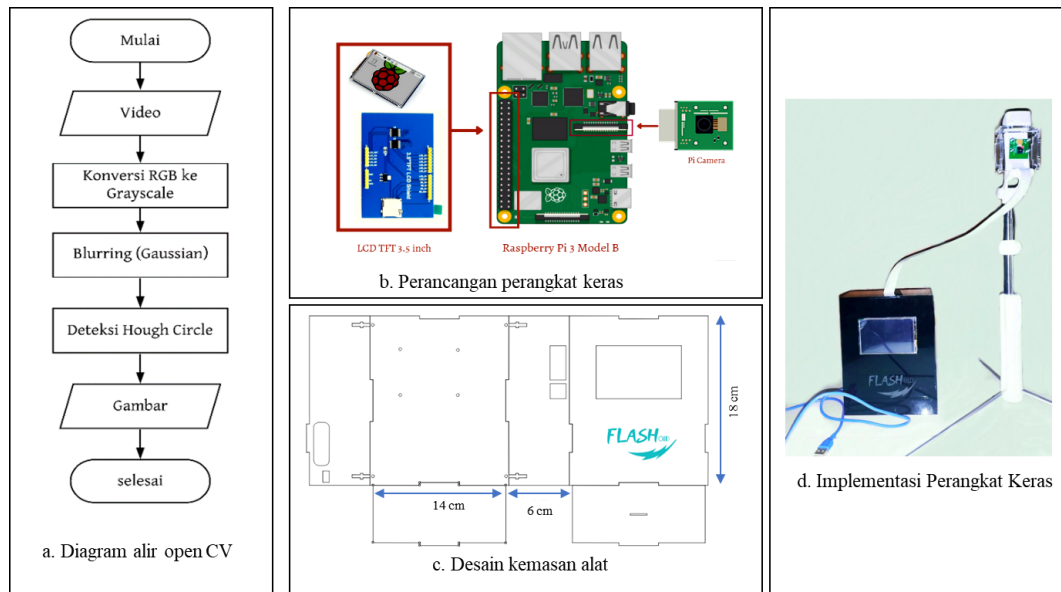
Karena pada deteksi *flashover* ini mengasumsikan *flashover* sebagai sekumpulan cahaya, sedangkan pada mode *grayscale* atau hitam putih OpenCV akan lebih mudah mendeteksi karena hanya terdapat dua warna yakni hitam dan putih. Adapun warna putih merupakan warna dominan pada suatu cahaya. Pada hal ini warna putih yang dominan tersebut diasumsikan sebagai loncatan api atau listrik yang disebut *flashover*. Kemudian adanya *blurring* yakni Gaussian dimaksudkan untuk menghilangkan *noise* pada citra. Proses selanjutnya yakni mendeteksi adanya *flashover* dengan objek melingkar. Karena *flashover* mempunyai warna putih dengan tingkat kecerahan paling tinggi dibanding area di sekitarnya. Kemudian apabila *flashover* sudah terdeteksi maka akan menampilkan koordinat lingkaran serta label bertuliskan “flashover”.

C. Perancangan Perangkat Keras

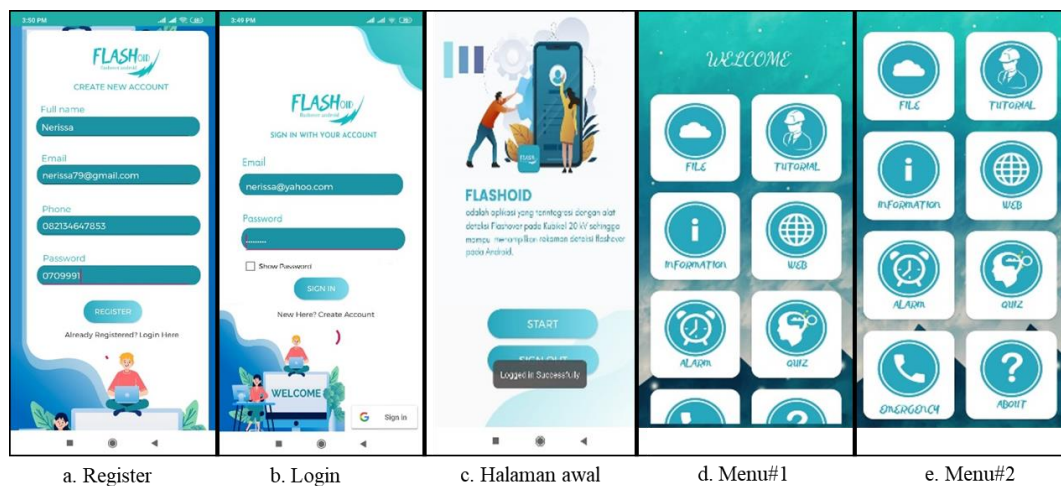
Gambar 2(b) menunjukkan perancangan perangkat keras yang terdiri dari perancangan mekanis dan pemasangan LCD 3,5 inci dengan pin GPIO ke *shield* Raspberry Pi, serta pemasangan Pi Camera. Sehingga pada akhirnya, baik



Gambar 1. Blok diagram sistem



Gambar 2. Rancangan Sistem



Gambar 3. Desain aplikasi

elektronis maupun mekanis akan menjadi satu kesatuan alat pendeteksi *flashover* pada TPSS LRT Jabodebek. Gambar 2(c) menunjukkan perancangan desain kemasan alat guna melindungi rangkaian elektronis seperti Raspberry Pi dan Pi Camera. Setelah dilakukan perancangan perangkat keras yang berupa perancangan mekanis serta peletakan komponen pada Raspberry. Gambar 2(d) menunjukkan alat pendeteksi *flashover* yang siap digunakan.

Terdapat 2 boks yakni *box* besar berisi Raspberry dan boks kecil berisi Pi Camera. Perangkat boks besar yang berisi *microprocessor* berfungsi sebagai pendeteksi adanya *flashover*, boks ini tidak hanya berisi Raspberry Pi, tetapi juga LCD 3,5 inci. LCD ini berfungsi untuk menampilkan layar hasil deteksi serta tampilan dari *operating system*, atau bisa juga disebut *mini PC*. Dengan menyambungkan pada catu daya 5 V dengan mikro USB, *port* USB untuk menghubungkan dengan mouse dan *keyboard* terletak di sebelah kanan boks. Dengan begitu, boks besar digunakan

sebagai pembungkus atau pelindung mini PC. Kemudian boks kecil yang terletak pada penyangga tripod merupakan pelindung Pi Camera, yang berfungsi untuk mengambil gambar hasil deteksi *flashover* dan sebagai sensor cahaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Aplikasi

Gambar 3 menunjukkan desain aplikasi yang terdiri dari halaman *register*, *login*, halaman awal, menu#1, dan menu#2. Halaman *register* berfungsi untuk membuat akun baru bagi pengguna. Ketika calon pengguna sudah pernah membuat akun pada halaman *register* ini, pengguna tinggal memasukkan ulang *email* dan *password* di halaman *login*. Kata “Login Here” apabila ditekan maka akan membawa pengguna ke halaman *login*. Halaman *login* dapat dilakukan dengan catatan bahwa pengguna sudah pernah membuat akun sebelumnya, ataupun memiliki akun Google, diilustrasikan pada Gambar 3(b).

Indikasi metode *login* berhasil pada aplikasi “Flashoid” ditunjukkan ketika pengguna tiba di halaman awal atau di halaman “Main Activity”. Apabila *login* atau registrasi gagal hal ini disebabkan oleh *password* maupun email yang dimasukkan salah, selain itu tidak adanya akses internet juga menjadi salah satu faktor pengguna gagal *login*. Ketika sudah selesai membuat akun, maka pengguna akan otomatis masuk ke aplikasi, *password* yang dibuat harus lebih dari 6 karakter. Apabila sudah memiliki alamat email (terhubung dengan Google) yang sama maka tidak bisa digunakan untuk mendaftar akun. Alamat email yang masuk ke *firebase* akan disimpan sebagai alamat Google (dengan autentikasi Google) dan bukan dengan metode autentikasi dengan email dan *password*. Sehingga alamat email yang digunakan harus berbeda dan belum terdaftar pada alamat *email* Google.

Gambar 4 menunjukkan halaman “File” dan hasil deteksi dari penggunaan aplikasi. Halaman “File” merupakan halaman di mana pengguna dapat mengetahui rekaman hasil deteksi *flashover*. Pada halaman ini ketika pengguna menekan tombol “Lihat Daftar Rekaman” akan dibawa ke penyimpanan pada Google Drive. Gambar-gambar tersebut masih berasal dari proses manual dan bukan proses otomatisasi dari sistem pendeteksi *flashover*. Proses ini dilakukan secara manual dengan menyimpan gambar hasil deteksi *flashover* ke memori penyimpanan Raspberry Pi, kemudian mengunggah gambar tersebut ke Google Drive.

B. Pengujian Sistem

Sebelum melakukan pengujian sistem, terlebih dahulu dilakukan pengujian *kernel* pada *filter*. Pada sistem ini digunakan filter Gaussian dan diperoleh ukuran *kernel* 5x5 dengan standar deviasi nol, karena pada ukuran ini respons sistem lebih baik dibandingkan dengan ukuran *kernel* lain. Sehingga hasil deteksi sistem menjadi lebih akurat dan presisi. Ukuran inilah yang nantinya akan menjadi parameter dalam pengujian berikutnya. Berikut merupakan hasil pengujian dengan ukuran *kernel* 5x5. Pengujian dilakukan menjadi 3 bagian yakni pengujian berdasarkan jarak, pengujian berdasarkan gelap/ terang ruangan, dan pengujian berdasarkan ada tidaknya medium penghalang. Di mana jarak pada masing-masing pengujian ada tiga yakni 100 cm, 230 cm dan 540 cm, serta dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali pada masing-masing pengujian.

1) *Pengujian berdasarkan jarak*: Pengujian hasil deteksi *flashover* berdasarkan jarak adalah untuk mengetahui pada jarak maksimal berapa sistem mampu mendeteksi adanya *flashover* dan bagaimana respons sistem yang ditunjukkan. Pada pengujian ini terdapat tiga jarak yang berbeda yakni 100 cm, 230 cm, dan 540 cm. Adapun cahaya yang digunakan adalah cahaya *flash* HP/*flashlight* tanpa penghalang dan dalam keadaan gelap.

2) *Pengujian berdasarkan terang/gelap ruangan*: Pengujian kali ini untuk mengetahui hasil deteksi *flashover* berdasarkan gelap tidaknya ruangan. Dilakukan tiga pengujian dengan tiga variasi jarak yakni 100 cm, 240 cm

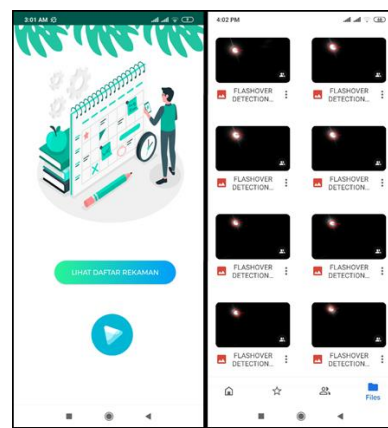
dan 530 cm. Fungsinya adalah untuk membandingkan dengan hasil pendeteksian *flashover* pada keadaan gelap dimulai dari jarak terdekat yakni 100 cm dalam keadaan terang (lampu ruangan dinyalakan), dan berikut adalah hasil data yang didapatkan.

3) *Pengujian berdasarkan medium penghalang*: Pengujian kali ini untuk mengetahui hasil deteksi *flashover* apabila terdapat medium penghalang di depannya. Adapun medium penghalang tersebut adalah kertas yang digulung menjadi kecil dan cahaya diletakkan di belakang kertas tersebut, serta selembar kertas biasa yang diletakkan di depan cahaya. Pengujian dengan medium penghalang ini dilakukan sebanyak enam kali meliputi tiga kali pengujian dengan kertas digulung kemudian 3 kali pengujian dengan selembar kertas biasa. Jarak yang digunakan dalam pengujian adalah 100 cm, 240 cm, dan 530 cm.

C. Analisis Data

Metode analisa data yang digunakan adalah *confusion matrix*. Dari data yang diperoleh akan dikelompokkan terlebih dahulu mana yang termasuk *true positive*, *false positive*, *true negative*, dan *false negative*. Pada Confusion Matrix, terdapat 4 (empat) istilah sebagai representasi hasil proses klasifikasi di antaranya adalah sebagai berikut:

- True Positives* : Jumlah *flashover* benar terdeteksi
- False Positives* : Jumlah *flashover* terdeteksi, namun sebenarnya tidak terdeteksi
- False Negatives* : Jumlah *flashover* tak terdeteksi, namun sebenarnya terdeteksi
- True Negatives* : Benar-benar tidak ada *flashover* (tidak ada objek).

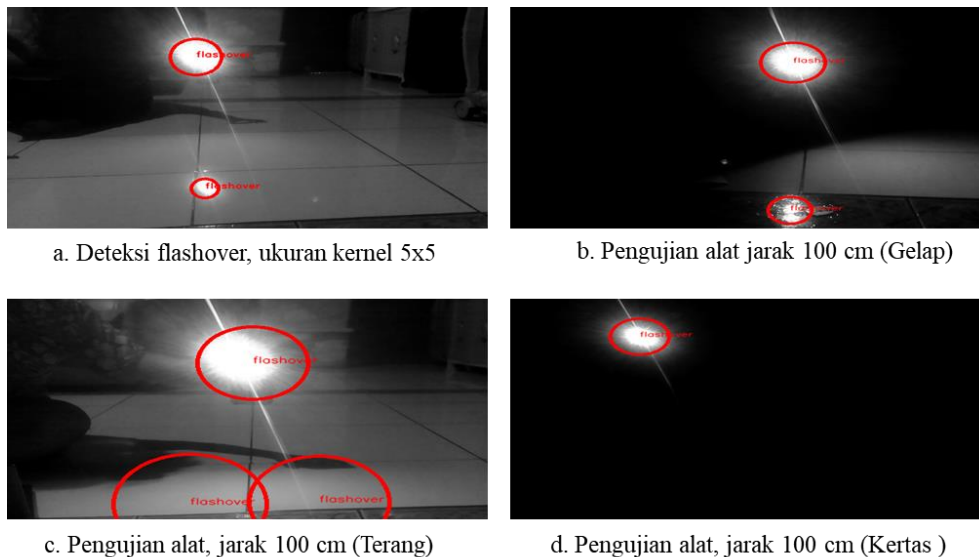


a. Halaman file b. Hasil deteksi

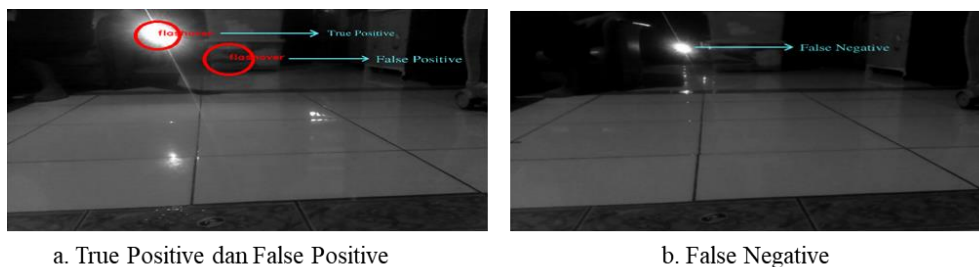
Gambar 4. Halaman *file* dan hasil deteksi

Tabel 1. *Confusion matrix* dengan jarak 100 cm (gelap)

		Nilai Sebenarnya	
		<i>True</i>	<i>False</i>
Nilai Prediksi	<i>True</i>	10	6
	<i>False</i>	0	0



Gambar 5. Pengujian sistem



Gambar 6. Klasifikasi pengujian

Gambar 6 menunjukkan klasifikasi pengujian sebagai acuan dalam menentukan objek. Berdasarkan klasifikasi tersebut, kemudian dilakukan analisa dari hasil pengambilan data yang telah dilakukan. Metode *confusion matrix* akan diaplikasikan pada setiap percobaan. contohnya, pada pengambilan data berdasarkan jarak (tiga kali percobaan jarak yang berbeda dan masing-masing percobaan dilakukan 10 kali pengulangan) dan selanjutnya tabel *confusion matrix* dibuat. Berikut merupakan tabel *confusion matrix* dari satu hasil data pada jarak 100 cm dan dalam keadaan gelap, sekaligus sebagai sampel perhitungan nilai akurasi dan presisi untuk seluruh kriteria pengujian.

Dari tabel di atas jumlah *flashover* benar yang terdeteksi ada 10 dan terdapat enam objek lain yang terdeteksi sebagai *flashover* (*false positive*) dari total lingkaran sebanyak 16 lingkaran. Dengan menggunakan nilai pada tabel *confusion matrix* tersebut dapat dibuat persamaan untuk mencari nilai akurasi dan presisi. Adapun nilai akurasi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (1)$$

$$Akurasi = \frac{10 + 0}{10 + 6 + 0} = \frac{10}{16} \quad (2)$$

$$Akurasi = 0,625 \times 100\% = 62,5\% \quad (3)$$

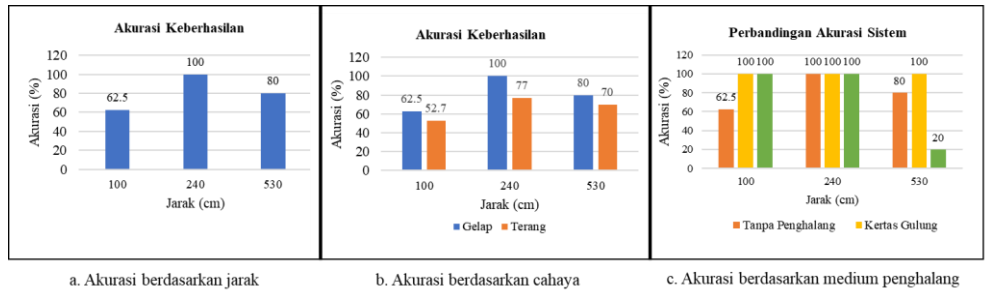
Sedangkan nilai presisi dapat dihitung dengan persamaan:

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4)$$

$$Presisi = \frac{10}{10 + 16} = \frac{10}{26} \quad (5)$$

$$Presisi = 0,385 \times 100\% = 38,5\% \quad (6)$$

Gambar 7 menunjukkan hasil akurasi pengujian sistem yang terdiri dari akurasi berdasarkan jarak, akurasi berdasarkan cahaya, dan akurasi berdasarkan medium penghalang. Berdasarkan Gambar 7(a) diperoleh analisa yakni jarak penempatan Pi Camera dengan objek yang dideteksi mempengaruhi hasil akurasi keberhasilan dalam mendeteksi adanya *flashover*. Hasil akurasi tertinggi pada jarak tengah 240 cm, dan paling rendah pada jarak terdekat yakni 100 cm hal ini dikarenakan cahaya yang digunakan terlalu besar (berupa *flashlight*) sehingga apabila Pi Camera diletakkan terlalu dekat dengan objek yang dideteksi maka pantulan dari cahaya itu sendiri akan diidentifikasi sebagai *flashover*. Dengan kata lain kemungkinan terdeteksi lingkaran palsu menjadi lebih besar dibandingkan dengan jarak tengah dan jarak terjauh. Namun hal ini akan berbeda pula hasilnya apabila simulator yang digunakan memiliki intensitas cahaya yang lebih rendah, atau lebih tinggi contohnya: api dari nyala lilin, dsb.



Gambar 7. Hasil akurasi pengujian

Berdasarkan Gambar 7(b), diperoleh analisis bahwa gelap atau tidaknya suatu ruang berpengaruh terhadap sistem. Persentase akurasi sistem dalam mendeteksi adanya *flashover* pada keadaan gelap lebih tinggi jika dibandingkan pada keadaan terang. Apabila pada keadaan terang, intensitas cahaya ruang akan semakin besar pula. Hal ini menyebabkan Hough Circle sulit mendeteksi *flashover* yang sebenarnya, sehingga pada keadaan terang semakin banyak terdeteksi lingkaran palsu. Sehingga alat atau sistem ini dapat bekerja secara optimal apabila digunakan pada ruang gelap.

Berdasarkan Gambar 7(c), dapat diperoleh analisa yakni ada tidaknya medium penghalang berpengaruh terhadap respons sistem serta hasil yang diperoleh. Cahaya dari *flashover* akan menyebar ke segala arah apabila tidak ada penghalang di depannya, sehingga kemungkinan untuk mengalami pantulan lebih besar. Cahaya atau simulator *flashover* yang digunakan pada pengujian cukup dekat dengan lantai (pada pengujian jarak 100 cm), adapun lantai tersebut memiliki permukaan yang halus dan mengkilap maka cahaya yang dipantulkan akan sejajar.

Citra yang dihasilkan pun menunjukkan pada jarak dekat kerap kali terdeteksi lingkaran palsu, hal ini ditunjukkan dari grafik bahwa presentasi akurasi sistem pada jarak dekat (sebelum diberikan medium penghalang) menunjukkan angka paling rendah jika dibandingkan dua percobaan lainnya pada jarak 240 cm dan 530 cm. Dan persentase tertinggi ditunjukkan pada jarak tengah yakni 240 cm, selain karena ukuran pengaburan citra hal ini juga disebabkan karena cahaya tidak terlalu dekat dengan Pi Camera, sehingga pantulan yang dihasilkan cukup kecil dan sistem tidak mendeteksi pantulan tersebut menjadi sebuah cahaya (*flashover*).

Namun ketika diberikan medium penghalang, citra yang dihasilkan berbeda pula. Dilihat dari grafik di atas, persentase akurasi sistem meningkat menjadi 100 % pada jarak dekat 100 cm. Ketika cahaya diberikan medium penghalang yang pertama (kertas gulung) pada jarak terjauh sekalipun cahaya tetap terdeteksi, pada grafik ditunjukkan ketika diberi medium ini hasil akurasi sistem pada ketiga jarak menunjukkan persentase yang sama yakni 100 %.

Jika awalnya sumber cahaya (*flashover*) belum dilewatkan kertas yang digulung maka cahaya tersebut tidak terpolarisasi, namun setelah dilewatkan kertas yang digulung cahayanya menjadi terpolarisasi linier. Sedangkan pada percobaan dengan medium penghalang berupa selembur

kertas, hasil pada jarak dekat dan jarak tengah menunjukkan akurasi keberhasilan yakni 100 %, namun pada jarak terjauh presentasi menurun cukup jauh menjadi 20 %.

Selain karena jaraknya yang terlalu jauh, dan ukuran pengaburan citra hal ini disebabkan intensitas cahaya dari *flashover*/cahaya di belakang medium berkurang karena cahayanya diserap oleh kertas. Hal ini merupakan polarisasi absorpsi selektif/diserap. Sehingga sistem pada jarak ini kesulitan dalam mendeteksi lingkaran. Berdasarkan beberapa hal yang telah dikemukakan, sistem dapat dikatakan bekerja meski tetap memiliki kemungkinan terjadi kesalahan. Sehingga penulis melakukan rekapitulasi yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 merincikan penyebab kesalahan dari total 120 pengujian dan diperoleh hasil sistem ini memiliki nilai keakuratan sebesar 80,18% dan dari total 120 kali pengujian terdapat kesalahan (terdeteksi lingkaran palsu) sebanyak 28 kali atau 23% dari berbagai kondisi yang berbeda, namun sebenarnya alat ini memang dirancang untuk ditempatkan di ruang gelap. Kesalahan paling banyak terjadi apabila cahaya ditempatkan pada jarak yang terlalu dekat dan terlalu jauh, sehingga penting adanya pengaturan tata letak sistem.

Tabel 2. Hasil pengujian sistem

Jarak	Kondisi	Hasil Pengujian			Akurasi
		Benar	Salah		
			FP	FN	
100	Gelap	10	6	0	62,5
	Terang	10	9	0	52.7
	Penghalang 1	10	0	0	100
	Penghalang 2	10	0	0	100
240	Gelap	10	0	0	100
	Terang	10	0	0	77
	Penghalang 1	10	0	0	100
	Penghalang 2	10	0	0	100
530 cm	Gelap	8	2	0	80
	Terang	10	0	3	70
	Penghalang 1	10	0	0	100
	Penghalang 2	2	0	8	20
Rata-rata Akurasi					80,18
Keterangan: FP = <i>Flashover</i> terdeteksi ketika seharusnya tidak terdeteksi FN = <i>Flashover</i> tidak terdeteksi ketika seharusnya terdeteksi					

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil serta analisis yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi *flashover*, karena *flashover* dianalogikan sebagai kumpulan cahaya, sehingga sistem sudah dapat bekerja sesuai fungsi. Aplikasi untuk menampilkan daftar rekaman *flashover* sudah bekerja dengan baik pula dan sesuai dengan yang diharapkan, termasuk fitur-fitur yang ada dapat berjalan dengan lancar. Rata-rata akurasi sistem mencapai 80,18% dari total 120 kali percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Triyadi and F. Utamingrum, "Pengembangan Sistem Rekognisi Rambu Kecepatan Menggunakan Circle Hough Transform dan Convolutional Neural Network Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 56-64, 2020.
- [2] R. Khomarudin and L. Subekti, "Kapasitas 500 Kva Di Ppsdm Migas Cepu," vol. 1, no. 2, pp. 28-33, 2020,," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 6-9, 2020, doi: [10.22146/juliet.v1i2.59560](https://doi.org/10.22146/juliet.v1i2.59560).
- [3] Y. W. Lukman Prihasworo, Dhanis Woro Fittrin, Unan Yusmaniar Oktiawati, Hidayat Nur Isnianto, "Rancang Bangun Smart DC Current and Voltage Monitoring Dengan Thingspeak Pada Simulator PLN Laboratorium Teknik Tenaga Listrik UGM," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 39-48, 2020.
- [4] C. F. Nugraha and L. Subekti, "Optimisasi Penjadwalan Pembangkit pada Microgrid dengan Mempertimbangkan Respons Beban," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 20-24, 2022, doi: [10.22146/juliet.v3i1.74669](https://doi.org/10.22146/juliet.v3i1.74669).
- [5] G. Triyanto., Rancang Bangun Alat Pendeteksi Flashover Kabel Power Pada Kubikel 20 kV Gardu Induk Berbasis Computer Vision Raspberry Pi, *Tugas Akhir*, Program Studi D3 Teknologi Instrumentasi, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2019.
- [6] N.D. Resty, "Rancang Bangun Alat pendeteksi *Flashover* dan Aplikasi Android pada TPSS Proyek Light Rail Transit (LRT) Jabodetabek Berbasis Raspberry Android Studio," *Tugas Akhir*, Program Studi D3 Teknologi Instrumentasi, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2020.
- [7] A.Y. Putra, H. Srihendayana, and N.Tjahjamoonsih, "Monitoring Kamera Pengintai Jarak Jauh Terintegrasi dengan Google Drive Berbasis Raspberry Pi Via Internet," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjung Pura*, vol.2, no.1, 2015.
- [8] N. Wiyanti and T. Martiana, "Hubungan Intensitas Penerangan dengan Kelelahan Mata Pada Pengrajin Batik Tulis," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 9, no. 2, pp.1 48, 2015.
- [9] J. Flusser, S. Farokhi, C. Hoschl, T. Suk, B. Zitova, and M. Pedone, "Recognition of Images Degraded by Gaussian Blur," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 25, no. 2, pp. 790-806, 2016.
- [10] D. Krisrenanto, M. Rivai, and F. Budiman, "Identifikasi Jumlah dan Tingkat Aktivitas Orang Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Raspberry Pi," *Jurnal Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [11] F.Dannes, M. Rivai, and Tasripan, "Pelacak Cahaya Matahari Berbasis Citra pada panel Surya menggunakan single Board Computer LattePanda," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 319-324, 2018.
- [12] S. Prayogo, "Sistem Keamanan Rumah dengan Metode Background Substraction Menggunakan Sensor Proximity dan Kamera yang Dikontrol oleh Arduino ProMini, Raspberry Pi dan Android," Skripsi, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2018.