

SKRIPSI
SISTEM KEAMANAN PANEL SEL SURYA BERBASIS
PEMINDAI WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA *DEEP LEARNING*



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

M. IQBAL AGUNG TRI PUTRA

03041281520109

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM KEAMANAN PANEL SEL SURYA BERBASIS
PEMINDAI WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA *DEEP LEARNING*



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

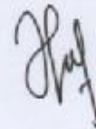
M. IQBAL AGUNG TRI PUTRA

03041281520109

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, 16 Maret 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Hera Hikmarika, S.T., M.Eng.
NIP : 197812072002122002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Iqbal Agung Tri Putra
NIM : 03041281520109
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Sistem Keamanan Panel Sel Surya Berbasis Pemindai Wajah Menggunakan Algoritma *Deep Learning*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

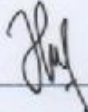
Indralaya, 16 Maret 2020



M. Iqbal Agung Tri Putra

NIM. 03041281520109

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Hera Hicmarika, S.T., M.Eng.

Tanggal : 16 / 03 / 2020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah ﷻ serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad ﷺ, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah ﷻ, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul “Sistem Keamanan Panel Sel Surya Berbasis Pemindai Wajah Menggunakan Algoritma *Deep Learning*”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng selaku pembimbing tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku pencetus dan pengembang ide pada tugas akhir ini.
4. Dosen pembimbing akademik, Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. M. Iqbal Agung Tri Putra yaitu saya sendiri, terima kasih sudah berjuang, berani, jujur, dan selalu bertahan walaupun situasi mulai tidak dapat dikondisikan lagi serta terima kasih telah selalu berbuat baik kesiapapun itu.
7. Orang tua dan keluarga saya terutama Ayah saya, Alm. Syamsuri Mustofa yang selalu mengingatkan saya agar selalu berlaku jujur disetiap aspek kehidupan.

8. Teman-teman saya yang selalu menyemangati dan memberikan arahan kepada saya yaitu Annisa Rizky Amalia, Nedi Novriansyah, Abeng Yogta, Meydie Tri Malindo, dan Rahmad Rhedo Abdillah.
9. Kak Rian, Kak Fajri, Kak Indra, Qolbi, Azmin, Bayu, Sanny, Abid, Hari, Radyus, dan Kikik selaku kakak tingkat, teman, dan adik tingkat yang rela menjadi data pengujian skripsi ini.
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan usulan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Oleh karena itu, kritik, dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat menjadi evaluasi yang baik dan berguna untuk perbaikan ke depannya.

Indralaya, 16 Maret 2020



M. Iqbal Agung Tri Putra
NIM. 03041281520109

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Iqbal Agung Tri Putra

NIM : 03041281520109

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Sistem Keamanan Panel Sel Surya Berbasis Pemindai Wajah Menggunakan
*Algoritma Deep Learning***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : 16 Maret 2020

Yang menyatakan,



M. Iqbal Agung Tri Putra

NIM. 03041281520109

ABSTRAK

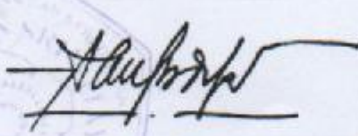
SISTEM KEAMANAN PANEL SEL SURYA BERBASIS PEMINDAI WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA *DEEP LEARNING*

(Muhammad Iqbal Agung Tri Putra, 03041281520109, 2020, 44 halaman)

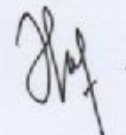
Pemanfaatan energi yang bersumber dari tenaga surya sebagai energi alternatif membutuhkan panel-panel surya. Namun, harga panel yang cukup tinggi membuat panel tersebut rentan terhadap tindak pencurian sehingga sistem keamanan yang dapat mengawasi panel-panel tersebut sepanjang hari sangat diperlukan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga keamanan dari panel tersebut adalah dengan menggunakan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah. Beberapa penelitian sistem keamanan menggunakan kamera pengawas (CCTV atau *webcam*) yang memiliki sistem pemindai wajahnya telah dilakukan. Akan tetapi, sistem keamanan tersebut memiliki kekurangan seperti belum dapat mengenali wajah yang tidak dikenal, sistem belum bekerja secara *realtime (online)*, dan belum memiliki sistem penyimpanan terpusat. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem keamanan panel sel surya berbasis pemindai wajah menggunakan algoritma *deep learning* secara *realtime* serta terintegrasi dengan sistem basis data. Sistem akan mengenali dua wajah yang diyakini sebagai orang yang dikenal menggunakan model yang telah dibuat dengan metode *FaceNet* dan algoritma *Deep Belief Network (DBN)*. Setiap wajah yang terdeteksi akan memiliki probabilitas kemiripan dengan wajah yang berada di *database*. Apabila probabilitas tersebut berada dibawah nilai tertentu, maka diyakini wajah tersebut merupakan wajah yang tidak dikenal dan sistem secara otomatis akan meng-*capture* gambar wajah tersebut dan dikirim ke sistem basis data (*database*). Hasil pengujian sistem keamanan ini menunjukkan bahwa nilai keberhasilan pengenalan wajah citra bergerak yang tidak dikenali pada pengujian *offline* ialah sebesar 94,4% dan pada pengujian *online* ialah sebesar 87,5%.

Kata kunci: *Pengenalan Wajah, FaceNet, Deep Belief Network (DBN), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Real Time, Database.*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, 16 Maret 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Hera Hikmarika, S.T., M.Eng
NIP : 197812072002122002

ABSTRACT


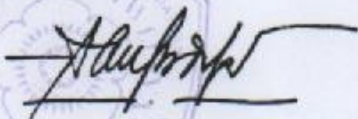
SECURITY SYSTEM OF SOLAR CELL BASED ON FACE RECOGNITION USING DEEP LEARNING ALGORITHM

(Muhammad Iqbal Agung Tri Putra, 03041281520109, 2020, 44 pages)

Utilization of energy sourced from solar power as alternative energy requires solar panels. However, the high panel price makes the panel vulnerable to theft, so a security system that can monitor the panels throughout the day is needed. One way that can be done to maintain the security of the panel is to use a face recognition-based security system. Some security system studies using surveillance cameras (CCTV or webcam) that have face scanning systems have been carried out. However, the security system has shortcomings such as not being able to recognize unknown faces, the system has not worked in realtime (online), and does not have a centralized storage system. Therefore, this research develops a face scanner-based solar cell panel security system using deep learning algorithm in real time and integrated with a database system. The system will recognize two faces that are believed to be people known using a model that has been created with the FaceNet method and the Deep Belief Network (DBN) algorithm. Every face that is detected will have a probability of being similar to a face that is in the database. If the probability is below a certain value, it is believed that the face is an unknown face and the system will automatically capture the face image and send it to the database system. The results of testing this security system indicate that the value of the success of facial recognition of moving images that are not recognized in offline testing is 94.4% and in online testing is 87.5%.

Keyword: *Face Recognition, FaceNet, Deep Belief Network (DBN), Solar Power Plants (PLTS), Real Time, Database.*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, 16 Maret 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Hera Hikmarika, S.T., M.Eng
NIP : 197812072002122002

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>State Of The Art</i>	6
2.2 Metode Penelitian	11
2.2.1 Algoritma Viola Jones	11
2.2.2 <i>FaceNet</i>	14
2.2.3 <i>Deep Belief Network</i>	16
2.3 Peralatan	19

2.3.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	19
2.3.2 Kamera Pengawas	20
2.3.2.1 <i>Closed Circuit Television (CCTV)</i>	20
2.3.2.2 <i>Webcam</i>	21
2.3.3 Raspberry Pi	22
2.3.4 Aplikasi Python	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Studi Literatur	24
3.2 Perancangan Sistem	25
3.3 Pengambilan Data	26
3.4 <i>Training Data</i>	27
3.5 Pengujian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Pengolahan Data Latih	29
4.2 Proses dan Hasil Pelatihan	30
4.3 Pengujian <i>Offline</i>	33
4.3.1 Wajah Dikenal	34
4.3.2 Wajah Tidak Dikenal	35
4.4 Pengujian <i>Online</i>	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil deteksi wajah dengan variasi jarak pencahayaan dan variasi jarak orang terhadap kamera.....	8
Gambar 2.2	Jetson TX2 dengan <i>multiple cameras</i>	9
Gambar 2.3	Jenis fitur Haar.....	12
Gambar 2.4	Representasi <i>integral image</i>	13
Gambar 2.5	Matriks <i>input image</i> menjadi <i>integral image</i>	13
Gambar 2.6	Struktur model <i>FaceNet</i>	14
Gambar 2.7	<i>Triplet Loss Function</i>	15
Gambar 2.8	<i>Deep generative models</i>	17
Gambar 2.9	Modul <i>photovoltaic (PV)</i>	19
Gambar 2.10	<i>Accu</i> atau aki.....	20
Gambar 2.11	Inverty HD Turbo Lens	21
Gambar 2.12	Logitech C310 HD Camera	22
Gambar 2.13	Raspberry Pi model B.....	22
Gambar 2.14	Logo aplikasi Python	23
Gambar 3.1	Diagram alir metode penelitian	24
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> kerja alat.....	25
Gambar 4.1	Sampel data wajah yang dikenal.....	29
Gambar 4.2	Diagram <i>training</i> data.....	30
Gambar 4.3	<i>Inception blocks V2 architecture</i>	30

Gambar 4.4	Grafik <i>restricted boltzmann machine (RBM) reconstruction error</i>	31
Gambar 4.5	Grafik ANN <i>training loss</i>	32
Gambar 4.6	Hasil data <i>test</i> dan akurasi	33
Gambar 4.7	Hasil <i>capture frame</i> wajah yang tidak dikenali	41
Gambar 4.8	Tampilan antarmuka <i>website</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil pengujian deteksi gerak dan pemindaian wajah.....	6
Tabel 2.2	Tenggat waktu pengekseskuan program	7
Tabel 2.3	<i>Confusion matrix parameter values for each class</i>	10
Tabel 2.4	Perbandingan persentase pemindaian dengan metode lain	11
Tabel 2.5	Arsitektur NN1	15
Tabel 2.6	Perbandingan performa beberapa jaringan arsitektur.....	16
Tabel 4.1	Parameter <i>training network</i> DBN yang digunakan	31
Tabel 4.2	Sampel data pengujian <i>offline</i> citra diam wajah dikenal.....	34
Tabel 4.3	Sampel data pengujian <i>offline</i> citra diam wajah tidak dikenal	36
Tabel 4.4	Pengenalan citra diam wajah tidak dikenal per individu.....	38
Tabel 4.5	Hasil pengujian <i>offline</i> citra bergerak wajah tidak dikenal	39
Tabel 4.6	Tabel hasil pengujian <i>online</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I *Library* Python yang digunakan

Lampiran II Hasil *Training* beberapa parameter

Lampiran III Hasil pengujian *offline* citra diam wajah yang dikenal

Lampiran IV Hasil pengujian *offline* citra diam wajah tidak dikenal

Lampiran V *Capture frame* pengujian *offline*

Lampiran VI Pengujian *online*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi alternatif telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya ialah pemanfaatan tenaga surya dalam bentuk panel-panel surya. Namun, harganya yang cukup tinggi membuat panel tersebut rentan terhadap tindak pencurian ataupun perusakan. Untuk mencegah hal tersebut diperlukan sistem keamanan atau *security system* seperti kamera pengawas yang dapat berupa kamera, *webcam*, ataupun *Closed Circuit Television (CCTV)*. Pemanfaatan kamera pengawas atau *surveillance camera* sudah banyak diterapkan diberbagai aspek kehidupan antara lain untuk memonitor suatu area, mengontrol lalu lintas, penyelidikan kasus kejahatan, kontrol produksi, dan pengawasan keamanan seperti kantor, rumah (*smart home system*), rumah sakit, tempat umum, toko, ataupun hotel [1][2][3][4][5]. Bahkan kamera pengawas yang dahulunya hanya sebatas pengawasan pasif sederhana kini berubah menjadi sistem pengawasan cerdas dan terintegrasi [3]. Salah satu bentuk pengawasan cerdas yang banyak diterapkan adalah dengan menggunakan sistem pengenalan wajah (*face recognition*) karena sistem pengenalan wajah memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe pengenalan biometrik lainnya [6].

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk merancang sistem pengawasan (*surveillance system*) atau sistem keamanan (*security system*) yang berbasis pengenalan wajah (*face recognition*). Seperti penelitian yang dilakukan oleh A. Nurhopipah dan A. Harjoko [3] yaitu sistem pengawasan menggunakan CCTV yang dapat mendeteksi gerakan, mendeteksi wajah, serta dapat mengenali wajah. Penelitian lainnya yaitu sistem keamanan rumah berbasis deteksi wajah dan pengenalan wajah yang dilakukan oleh D. A. R. Wati dan D. Abdianto [7]. Metode-metode tersebut sudah cukup baik dalam pengenalan wajah untuk sistem keamanan ataupun sistem pengawasan, namun masih memiliki kekurangan seperti belum optimal dalam mengenali wajah yang tidak dikenal (*unknown*), sistem belum bekerja secara *real time (online)*, serta tidak memiliki media penyimpanan data terpusat.

Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan metode yang lebih efektif dalam ekstraksi fiturnya maupun dalam proses pelatihannya. *FaceNet* merupakan salah satu metode ekstraksi wajah yang menyematkan sistem pembelajaran Euclidean pada setiap gambar. Metode ini meraih akurasi hingga 99,63% ketika digunakan untuk proses pengenalan wajah pada *dataset Labeled Faces in the Wild* (LFW) [8]. Selain itu, *FaceNet* juga termasuk di lima jajaran teratas dalam identifikasi wajah dan metode pengenalan [9]. E. Jose, *et al.* [10] pada penelitiannya merancang suatu sistem pengawasan berbasis pengenalan wajah dengan menggunakan *FaceNet* dan *Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network* (MTCNN) pada Jetson TX2. Model tersebut berhasil mengenali "tersangka" dengan akurasi sebesar 97%.

Dalam proses pengenalan wajah dibutuhkan suatu *classifier* yang dapat bekerja efektif untuk mengenali wajah yang sebelumnya tidak terdapat didalam *database* pelatihan. Adapun salah satu algoritma yang lebih efektif dalam proses pelatihan adalah algoritma *Deep Belief Network* (DBN) [11]. Metode ini sudah banyak digunakan dalam penelitian-penelitian seperti *handwritten recognition*, *gesture recognition*, *speech recognition*, dan tentunya *face recognition* [12][13][14][15]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *face recognition* yang menggunakan algoritma DBN lebih unggul dibandingkan metode-metode lain seperti *Coupled Locality Preserving Mappings* (CLPM), *Low Resolution PCA* (LR-PCA), dan *High Resolution PCA* (HR-PCA)[16].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini mengembangkan suatu sistem keamanan yang akan diterapkan pada panel surya. Sistem yang dikembangkan ini berbasis pengenalan wajah dengan menggunakan metode *FaceNet* sebagai ekstraksi fitur dan *Deep Belief Network* sebagai algoritma pelatihannya serta terintegrasi dengan sistem basis data. Sehingga, penggunaan kamera pengawas yang mengimplementasikan metode dan algoritma ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan panel-panel surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

1.2 Permasalahan

Pada latar belakang telah dijelaskan bahwa panel-panel surya pada PLTS memiliki potensi tinggi akan tindak pencurian ataupun perusakan oleh orang yang

tidak dikenal. Maka dari itu, diperlukan sistem keamanan berupa kamera pengawas yang dapat memindai wajah (*face recognition*) penggunaannya untuk mencegah tindak kejahatan tersebut. Banyak penelitian mengenai hal ini tetapi sistem yang dikembangkan tersebut masih memiliki kekurangan seperti belum optimal dalam mengenali wajah yang tidak dikenal (*unknown*), sistem belum bekerja secara *real time (online)*, dan tidak memiliki sistem penyimpanan data terpusat.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem keamanan menggunakan kamera pengawas yang dapat memindai wajah menggunakan metode *FaceNet* dan *Deep Belief Network (DBN)* secara *real time* serta terintegrasi dengan sistem basis data untuk menghadapi tindak pencurian pada modul panel sel surya.

1.4 Pembatasan Masalah

Beberapa batasan yang diperlukan agar penelitian ini menjadi terarah yaitu sebagai berikut :

1. Pelaksanaan penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi wajah serta membedakan orang yang dikenal dan orang yang tidak dikenal.
2. Data *real time* dengan wajah yang tidak tertutup oleh tangan ataupun benda lainnya (masker, topeng, topi, helm, *hoodie* jaket, dan lain sebagainya).
3. Menggunakan metode *FaceNet* sebagai ekstraksi wajah dan menggunakan metode DBN sebagai pengenalan polanya.
4. Menggunakan media antarmuka yang berbasis *website* sebagai tampilan sistem penyimpanan data terpusat.

1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang *face recognition* cukup populer belakangan ini, seperti yang dilakukan oleh A. Nurhopipah dan A. Harjoko [3]. Mereka meneliti CCTV pendeteksi gerakan dan pemindai wajah yang digunakan untuk sistem pengawasan. Metode yang digunakan bervariasi yaitu metode *Accumulative Differences Images*

(ADI), *Haar Cascade Classifiers*, SURF, PCA, dan CPN. Sistem ini diuji pada 45 video CCTV *offline* tetapi hasil yang didapat belum optimal karena tingkat keberhasilan identifikasi wajah hanya sebesar 60%. Kemudian, ketika diterapkan secara *real-time*, deteksi gerak telah bekerja secara ideal. Namun, saat dikombinasikan dengan pengenalan wajah menyebabkan *delay* yang cukup signifikan. Selain itu, sistem mereka juga belum dapat mengenali wajah yang tidak dikenal (*unknown*).

Penelitian lainnya ialah seperti yang dilakukan D. A. R. Wati dan D. Abandianto [7]. Mereka merancang sistem keamanan rumah pintar berbasis deteksi wajah dan pengenalan wajah dengan menggunakan MyRio 1900 dan di program menggunakan LabVIEW. Sistem yang mereka rancang memiliki tingkat akurasi sebesar 80%. Kelemahan pada sistem ini ialah sistem hanya bekerja pada gambar dan belum dapat bekerja secara *real time*. Selain itu, masih terdapat kesalahan pada pengenalan wajah sehingga orang yang tidak dikenal dapat dengan mudah memasuki rumah. Pada akhir penelitian, mereka menyarankan untuk menambahkan metode keamanan lainnya.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh E. Jose, *et al.* [10] merancang sistem pengawasan berbasis pengenalan wajah dengan menggunakan *FaceNet* dan *Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network* (MTCNN) pada Jetson TX2. Dalam sistem pengenalan wajah digunakan 2 buah kamera dengan tujuan untuk menghadapi setiap skenario kejahatan yang mungkin terjadi dan secara tidak langsung akan mencegah tindak kejahatan tersebut. MTCNN digunakan dalam mendeteksi wajah, sedangkan proses ekstraksi wajah yang dalam hal ini disebut *embedding* menggunakan *triplet loss* dan *Siamese Network face recognition*. Model ini berhasil mengenali "tersangka" dengan nilai akurasi sebesar 97%.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh R. Fan dan W. Hu [15] merancang suatu sistem pemindai wajah (*face recognition*) yang dikembangkan menggunakan algoritma DBN. Hasil pemindaian wajah menggunakan sistem yang mereka rancang kemudian dibandingkan dengan beberapa metode (hasil penelitian) lainnya. Hasilnya menunjukkan sistem yang dibangun memiliki persentase pengenalan (*recognition rate*) yang lebih baik dibandingkan dengan *Coupled Locality Preserving Mappings* (CLPM) *method*, *Wang's method*, *Gunturk's*

method, *Low Resolution PCA* (LR-PCA), dan *High Resolution PCA* (HR-PCA). Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode DBN lebih stabil dan lebih kuat dari pada metode konvensional.

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang dijelaskan di atas, maka pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem keamanan PLTS berbasis pengenalan wajah menggunakan metode *FaceNet* sebagai ekstraksi fitur dan *Deep Belief Network* sebagai algoritma pelatihannya serta terintegrasi dengan sistem basis data. Sehingga dengan kamera pengawas yang menggunakan metode dan algoritma ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan panel-panel surya pada PLTS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kutti, "IoT Based Home Thief Movement Detection and Alerting System," *Interational J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 482–484, 2018.
- [2] S. Pawar, V. Kithani, S. Ahuja, and S. Sahu, "Smart Home Security using IoT and Face Recognition," *2018 Fourth Int. Conf. Comput. Commun. Control Autom.*, pp. 1–6, 2018.
- [3] A. Nurhopipah and A. Harjoko, "Motion Detection and Face Recognition for CCTV Surveillance System," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst. Yogyakarta, Indones.*, vol. 12, no. 2, pp. 107–118, 2018.
- [4] C. O. Manlises, J. M. Martinez, J. L. Belenzo, C. K. Perez, and M. K. T. A. Postrero, "Real-Time Integrated CCTV Using Face and Pedestrian Detection Image Processing Algorithm for Automatic Traffic Light Transitions," *8th Int. Conf. Humanoid, Nanotechnology, Inf. Technol. Commun. Control. Environ. Manag. Cebu, Philipp.*, no. 502, pp. 8–11, 2015.
- [5] D. I. S. Saputra and K. M. Amin, "Face Detection and Tracking Using Live Video Acquisition in Camera Closed Circuit Television and Webcam," *2016 1st Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng. (ICITISEE), Yogyakarta, Indones. Face16 1st Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng. (IC*, pp. 154–157, 2016.
- [6] P. Kumar, M. Agarwal, and S. Nagar, "A Survey on Face Recognition System - A Challenge," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 2, no. 5, pp. 2167–2171, 2013.
- [7] D. A. R. Wati and D. Abadianto, "Design of Face Detection and Recognition System for Smart Home Security Application," *2017 2nd Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng.*, pp. 342–347, 2017.
- [8] F. Schroff, D. Kalenichenko, and J. Philbin, "FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering," *2015 IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 815–823, 2015.
- [9] A. J. Shepley, "Face Recognition in Unconstrained Conditions: A Systematic Review."
- [10] E. Jose, G. Manikandan, M. H. T P, and S. M H, "Face Recognition based Surveillance System Using FaceNet and MTCNN on Jetson TX2," *2019 5th Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Syst.*, pp. 608–613, 2019.
- [11] G. E. Hinton, "Deep Belief Networks," *Scholarpedia*, vol. 4, no. 5, p. 5947, 2009.
- [12] U. Porwal, Y. Zhou, and V. Govindaraju, "Handwritten Arabic Text Recognition using Deep Belief Networks," *21st Int. Conf. Pattern Recognition. Tsukuba, Japan*, pp. 302–305, 2012.

- [13] M. Ma, X. Xu, J. Wu, and M. Guo, "Design and Analyze the Structure based on Deep Belief Network for Gesture Recognition," *Tenth Int. Conf. Adv. Comput. Intell. (ICACI). Xiamen, China*, pp. 40–44, 2018.
- [14] M. D. Prasetio, T. Hayashida, I. Nishizaki, and S. Sekizaki, "Deep Belief Network Optimization in Speech Recognition," *Int. Conf. Sustain. Inf. Eng. Technol. SIET Malang, Indones.*, pp. 138–143, 2017.
- [15] R. Fan and W. Hu, "Face Recognition with Improved Deep Belief Networks," *13th Int. Conf. Nat. Comput. Fuzzy Syst. Knowl. Discov. Guanxi, China*, vol. 9, no. 1, pp. 1822–1826, 2017.
- [16] D. H. Jhuang, D. T. Lin, and C. H. Tsai, "Face Verification with Three-Dimensional Point Cloud by Using Deep Belief Networks," *Int. Conf. Pattern Recognit. (ICPR). Cancún, México*, pp. 1430–1435, 2016.
- [17] A. D. Egorov, "Algorithm for Optimization of Viola – Jones Object Detection Framework Parameters," in *IOP Conf. Series : Journal of Physics*, 2017, vol. 945, no. 1, pp. 0–5.
- [18] A. R. Syafira and G. Ariyanto, "Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones," *Emit. J. Tek. Elektro. Surakarta, Indones.*, vol. 17, no. 01, 2016.
- [19] P. Viola and M. J. Jones, "Robust Real-time Object Detection," *2nd Int. Work. Stat. Comput. Theor. Vis. - Model. Learn. Comput. Sampling. Vancouver, Canada*, vol. 57, pp. 1–30, 2001.
- [20] M. Lin, Q. Chen, and S. Yan, "Network In Network," *eprint arXiv:1312.4400*, 2013. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1312.4400>. [Accessed: 26-Jan-2020].
- [21] M. D. Zeiler and R. Fergus, "Visualizing and Understanding Convolutional Networks," *CoRR*, 2013. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1311.2901>. [Accessed: 27-Jan-2020].
- [22] J. Paul, "The one with Face Recognition," 2019. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/s01e01-3eb397d458d>. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [23] C. Szegedy, S. Reed, P. Sermanet, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich, "Going deeper with convolutions," *CoRR*, 2014. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1409.4842>. [Accessed: 27-Jan-2020].
- [24] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, no. 1. London, England: Nature Publishing Group, 2016.
- [25] B. R. D. Putra, W. A. Kusuma, and A. Kustiyo, "Klasifikasi Khasiat Formula Jamu dengan Metode Deep Belief Networks," Bogor, Indonesia, 2016.
- [26] C. H. Hong, K. Lee, M. Kang, and C. Yoo, "QCon: QoS-Aware Network Resource Management for Fog Computing," *Sensors (MDPI). Basel, Switz.*, vol. 18, no. 10, pp. 1–21, 2018.

- [27] Python, “The Python Logo.” [Online]. Available: <https://www.python.org/community/logos/>. [Accessed: 19-Mar-2019].
- [28] M. T. Malindo, “Perancangan Sistem Keamanan Berbasis Teknologi GPS dan Media Komunikasi GPRS-GSM Pada Modul Panel Sel Surya,” Palembang, 2020.

