



## Pencitraan Digital Nyala Lampu Hemat Energi Berdasarkan *Single Board Computer*

Hadid Tunas Bangsawan<sup>1</sup>, Lukman Hanafi<sup>2</sup>, Deny Suryana<sup>3</sup>

Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, Kementerian Perindustrian RI

<sup>1</sup>hadid-tb@kemenperin.go.id\*, <sup>2</sup>lukmanhana@kemenperin.go.id, <sup>3</sup>deny-s@kemenperin.go.id

### Abstract

*Computer Vision (CV) is an interdisciplinary scientific field that discusses how computers can gain a high-level understanding of digital images or video. A system has been created that is capable of detecting a compact fluorescent lamp (CFL) light. However, in previous research there is no justification that the lamp is only a part that can glow on the lamp alone and has not been done in multi-lamp testing. This study aims to compare the lamp segmentation when it goes OFF and ON so that it could be justified the accuracy of this system and does multi-lamp testing. The method used is an experiment with collecting data by direct observation of the results of the system made. The system consists of a single board computer and a common webcam. The result is the difference between the lamp segmentation when it goes OFF and ON is small with the appropriate threshold setting. So that lamp light imaging had been made could function with good reability.*

*Keywords: computer vision (CV), CFL imaging, single board computer.*

### Abstrak

*Computer Vision (CV) adalah bidang ilmiah interdisipliner yang membahas bagaimana komputer dapat memperoleh pemahaman tingkat tinggi dari gambar atau video digital. Telah dihasilkan sistem yang dibuat mampu untuk mendeteksi nyala lampu hemat energi (LHE). Namun pada penelitian tersebut belum ada justifikasi bahwa nyala lampu tersebut adalah hanya bagian yang dapat bercahaya pada lampu itu saja dan belum dilakukan pada pengujian multi lampu. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan segmentasi lampu ketika padam dan ketika menyala sehingga dapat dijustifikasi akurasi dari sistem yang dibuat serta dilakukan pengujian sistem terhadap multi lampu. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan cara pengambilan data secara pengamatan langsung terhadap hasil dari sistem yang dibuat. Sistem terdiri dari single board computer dan webcam umum. Dihasilkan perbandingan hasil segmentasi lampu ketika padam dan ketika menyala yang sangat kecil dengan pengaturan *threshold* yang sesuai. Sehingga pencitraan nyala lampu yang dibuat dapat berfungsi dengan kahandalan yang baik.*

*Kata kunci: Computer vision (CV), pencitraan LHE, single board computer (SBC).*

### 1. Pendahuluan

Lampu adalah alat bantu yang digunakan untuk menambah pencahayaan baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Salah satu jenis lampu yang populer digunakan adalah Lampu Hemat Energi (LHE)[1]. Pengujian LHE sangat diperlukan untuk menentukan kualitas dari lampu tersebut. Salah satu pengujian lampu adalah aging. Tujuan dari pengujian ini adalah menentukan keandalan lampu dengan cara menyalakan lampu untuk beberapa waktu dengan tegangan yang berubah-ubah. Jika lampu masih dapat berfungsi/menyala maka lampu tersebut lolos uji. Untuk melakukan justifikasi ini, pabrikan lampu masih melakukan secara manual oleh tenaga manusia sehingga dapat dibayangkan betapa silaunya pekerja tersebut

terpapar cahaya lampu setiap harinya. Pengujian lainnya adalah pengujian umur lampu. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui umur lampu yang diuji dengan cara menyalakannya terus-menerus sampai dengan waktu mati/padamnya. Pengujian itu juga masih menggunakan tenaga manusia untuk mencatat waktu nyalanya sehingga dapat dibayangkan betapa silaunya pekerja tersebut terpapar cahaya lampu setiap harinya. Semakin sering mata terpapar cahaya silau maka akan berpengaruh buruk terhadap kesehatan mata [2].

Disisi lain, *Computer Vision (CV)* adalah bidang ilmiah interdisipliner yang membahas bagaimana komputer dapat memperoleh pemahaman tingkat tinggi dari gambar atau video digital. Dari perspektif teknik, bidang ini berupaya mengotomatiskan tugas-tugas yang dapat

dilakukan oleh sistem pengelihat manusia. Tugas dari computer vision meliputi metode untuk memperoleh, memproses, menganalisis dan memahami gambar digital, dan ekstraksi data dimensi tinggi dari dunia nyata untuk menghasilkan informasi numerik atau simbolis, misalnya, dalam bentuk keputusan [3][4]. CV bekerja lebih cepat, lebih objektif, dan dapat bekerja terus menerus tanpa penurunan performa. Tren penelitian mengenai CV dari tahun ke tahun cenderung naik. CV dapat diaplikasikan pada berbagai bidang diantaranya otomotif, kesehatan, pertanian, industri, dll. CV atau machine vision merupakan salah satu bagian dari revolusi Industri 4.0 yang bermanfaat untuk proses inspeksi dan Quality Control yang akurat dan berkelanjutan. Untuk melakukan CV dengan sistem yang ringan dapat digunakan Single Board Computer. Single Board Computer (SBC) adalah sebuah komputer lengkap yang hanya dibangun pada sebuah papan PCB saja, dengan mikroprosesor, memori, I/O dan fitur lain layaknya sebuah komputer [5]. Layaknya sebuah komputer, SBC juga memiliki sistem operasi baik windows ataupun linux. Dari segi performa, SBC berada di bawah Personal Computer pada umumnya, namun keunggulan dari SBC adalah ukurannya yang kecil sehingga dapat dimanfaatkan untuk aplikasi yang bermacam-macam, termasuk untuk aplikasi computer vision. SBC yang digunakan pada penelitian ini adalah LattePanda seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Tujuan digunakannya SBC pada penelitian ini adalah agar sistem yang telah dibuat dapat disisipkan kedalam alat-alat uji aging dan umur lampu yang telah dijabarkan sebelumnya tanpa merubah alat secara keseluruhan dikarenakan hanya dibutuhkan dimensi yang sangat kecil.

Bangsawan dan Hanafi [6] telah mendesain alat monitoring lampu berbasis computer vision. Penelitian tersebut dilakukan dengan variasi lampu dan variasi jarak. Dihasilkan sistem yang dibuat mampu untuk mendeteksi nyala lampu. Namun pada penelitian tersebut belum ada justifikasi bahwa nyala lampu tersebut adalah hanya bagian yang dapat bercahaya pada lampu itu saja dan belum dilakukan pada pengujian multi lampu. Seperti halnya sumber cahaya matahari, lampu akan menghasilkan sinar yang menyebar. Segmentasi lampu ketika menyala yang salah akan menghasilkan area lamp lebih besar dari pada sebenarnya yaitu ketika padam, disebabkan oleh sebaran cahayanya ikut diartikan sebagai nyala lampu [7]. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan segmentasi lampu ketika padam dan ketika menyala sehingga dapat dijustifikasi akurasi dari sistem yang dibuat.

Pencitraan nyala lampu merupakan hal yang menantang bagi para peneliti dikarenakan intensitas cahaya yang terlalu tinggi sehingga membuat tangkapan gambar menjadi tidak teratur. Paloli [8] melakukan penelitian tentang pengujian dan analisa terhadap umur lampu LED swaballast untuk pencahayaan umum. Lampu

yang diujikan sangat beragam yang didapat di pasaran dengan umur lampu yang tercantum bermacam-macam. Pada penelitian ini tidak didapatkan umur lampu masing-masing namun menghubungkan antara kuat cahaya yang dihasilkan dengan lama penyalanya. Computer vision juga dapat diterapkan untuk memperkirakan bobot telur ayam [9]. Gambar telur ayam disegmentasi menggunakan normalisasi warna RGB. Bobot telur ayam diperoleh dari perhitungan luasan hasil segmentasi telur ayam yang dihasilkan. Disisi lain, pencitraan nyala lampu dapat dianalogikan dengan pencitraan sinar matahari [7,10,11]. Keduanya menggunakan thresholding untuk mendapatkan citra sinar matahari. Namun bentuk yang didapat dari proses tersebut belum berupa lingkaran sempurna. Untuk mendapatkan bentuk lingkaran sempurna digunakan proses pencarian kontur [12]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan digunakan metode pencarian kontur tersebut.

## 2. Metode Penelitian

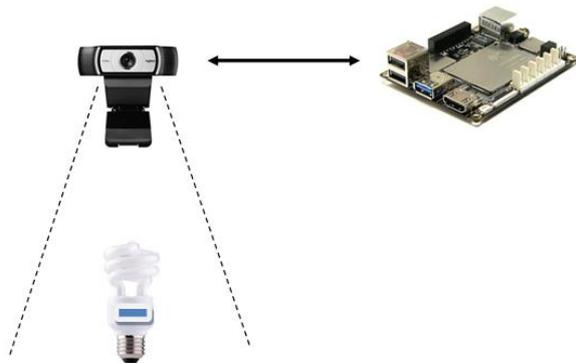
Pada penelitian ini akan dijabarkan mengenai peralatan yang digunakan, metode segmentasi lampu dan nyala lampu serta perbandingan antara keduanya sehingga dapat dijustifikasi keandalan dari sistem yang dibuat. Serta dilakukan pengujian multi lampu.



Gambar 1. Single Board Computer.

Hardware yang digunakan adalah webcam Logitech C930e dan SBC LattePanda. Dipilih Logitech C930e karena spesifikasi tangkapan video High Definition dengan resolusi 1080 pixel dan bidang pandang yang lebar yaitu 90°. Sedangkan lattePanda adalah mini single-board komputer dengan sistem operasi Microsoft Windows 10, layaknya seperti komputer pada umumnya. LattePanda berbasis prosesor Intel Atom Quad-core 1.8GHz dan konektivitas yang lengkap diantaranya USB, wifi. LattePanda juga dilengkapi dengan mikrokontroler Arduino built-in sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi otomasi, robotika, IoT, dan lain sebagainya. Software yang digunakan untuk membuat aplikasi adalah Microsoft Visual Studio 2019, bahasa pemrograman yang dipakai adalah C# dan menggunakan library Emgu.CV 3.3 untuk pengolahan gambarnya. Emgu.cv adalah library yang mengemas open.cv sebagai library pengolah gambar yang sangat populer sehingga syntax-nya mudah untuk dipahami. Untuk menggabungkan antara Microsoft

Visual Studio dan Emgu.CV digunakan fasilitas Nuget yang ada di Microsoft Visual Studio tersebut. Perangkat keras disusun seperti pada Gambar 2. Kamera ditempatkan diatas lampu, menghadap kebawah, sedangkan lampu yang berada dibawahnya menghadap ke arah kamera sehingga tangkapan kamera adalah bagian tampak atas bagian kaca lampu. Jarak antara lampu dan kamera adalah 20 cm. Kamera dihubungkan dengan lattepanda sebagai antarmuka. Gambar yang dihasilkan dari kamera berresolusi 640 x 480 piksel. Percobaan dilakukan Laboratorium Elektronika dan Telematika Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya dengan tingkat pencahayaan 200-500 Lux. Lampu yang digunakan untuk pengujian berjenis Lampu Hemat Energi (LHE) atau *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* bertegangan 220 Volt berdaya 60 Watt. LHE menggunakan frekwensi yang lebih tinggi dari lampu neon biasa, diatas 20 kHz bahkan ada yang membuat ballast dengan frekwensi 13,56 MHz [13]. Dengan adanya frekwensi tinggi maka tangkapan gambar lampu seperti lampu menyala secara stabil.



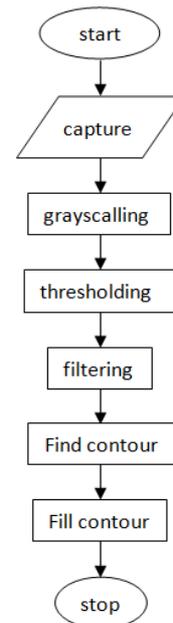
Gambar 2. Susunan perangkat keras.

### Segmentasi Lampu dan Nyala Lampu

Metode yang digunakan untuk segmentasi lampu dan nyala lampu digambarkan dalam flowchart seperti pada Gambar 3. Diawali dengan mengambil gambar melalui webcam. Kemudian dilakukan grayscale yang bertujuan untuk menjadikan gambar warna menjadi gambar hitamputih. Perumusan untuk grayscale, lihat rumus 1.

$$g(x, y) = \frac{R(x, y) + G(x, y) + B(x, y)}{3} \quad (1)$$

Dimana  $g(x,y)$  adalah grayscale pada piksel  $(x,y)$ ,  $R(x,y)$   $G(x,y)$  dan  $B(x,y)$  adalah komponen warna merah, hijau dan biru pada piksel  $(x,y)$ . Sedangkan thresholding bertujuan untuk menjadikan gambar hanya berupa dua warna saja yaitu warna hitam dan putih. Metode ini dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 3. Flowchart metode segmentasi

$$i(x, y) = \begin{cases} 255, & g(x, y) \geq T \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

Dimana  $i(x,y)$  adalah hasil threshold pada piksel  $(x,y)$ , dan  $T$  adalah nilai batas. Nilai diatas nilai batas akan diubah menjadi warna putih (255) dan nilai dibawah itu akan dirubah menjadi warna hitam (0).

Kemudian dilakukan filtering yang bertujuan untuk menghilangkan noise yang berupa titik-titik putih hasil dari thresholding. Filtering dilakukan dengan cara memperkecil gambar dengan metode *pyramid down()* dan dilanjutkan dengan memperbesar gambar dengan metode *pyramid up()*. Untuk mengatasi perbedaan bentuk dari macam-macam lampu maka dipilih metode *find contour()* dan *fill contour()* dengan tujuan hasilnya adalah bidang utuh[12].

Kemudian dihitung perbedaan jumlah piksel warna putih hasil segmentasi ketika lampu padam dan lampu menyala. Nilai yang digunakan sebagai acuan adalah jumlah piksel ketika lampu dalam keadaan padam. Sehingga perhitungan errornya adalah sebagai berikut :

$$e = \frac{\sum i_{nyala} - \sum i_{padam}}{\sum i_{padam}} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana  $e$  adalah error segmentasi nyala lampu,  $i$  adalah piksel warna putih.

Untuk pengujian multi lampu dipilih sebanyak 4 lampu disusun 2 x 2, seperti tergambar pada Gambar 4. Kamera ditempatkan sedemikian rupa sehingga berada di atas dari tengah-tengah lampu-lampu tersebut. Kemudian diamati apakah sistem dapat membedakan antara lampu yang menyala dan tidak.



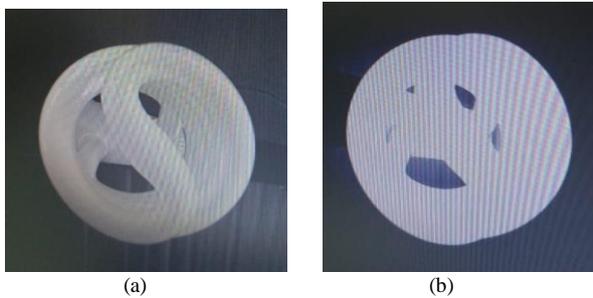
Gambar 4. Susunan pengujian multi lampu

Tabel 1. Hasil Segmentasi

No	Kondis Lampu	Threshold	Min	Max	Sebaran	Median
1	padam	126	46100	46137	37	46119
2	padam	130	46060	46085	25	46073
3	padam	133	46013	46036	23	46025
4	padam	133	46013	46048	35	46031
5	padam	133	46015	46045	30	46030
6	padam	133	46019	46051	32	46035
7	padam	133	46023	46053	30	46038
8	nyala	132	46625	46701	76	46663
9	nyala	132	46648	46664	16	46656
10	nyala	132	46646	46661	15	46654
11	nyala	132	46648	46662	14	46655
12	nyala	132	46648	46666	18	46657
13	nyala	209	46169	46196	27	46183
14	nyala	209	46181	46203	22	46192
15	nyala	225	46045	46066	21	46056
16	nyala	225	46049	46079	30	46064
17	nyala	225	46062	46082	20	46072
18	nyala	225	46060	46085	25	46073

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil tangkapan gambar lampu ketika kondisi padam dan nyala berbeda, digambarkan seperti pada Gambar 5. Oleh karena itu, metode yang diterapkan untuk segmentasi juga berbeda. Perbedaannya adalah menerapkan low exposure untuk menangkap gambar ketika lampu dalam keadaan menyala untuk mengurangi tingkat kecerahan gambar, dan juga menerapkan threshold yang berbeda untuk kedua kondisi lampu tersebut. Perekaman dilakukan selama beberapa waktu dan didapati jumlah piksel warna putih yang merupakan hasil segmentasi lampu dan nyala lampu. Nilai jumlah warna piksel putih yang dihasilkan bergerak tiap waktu. Hal ini dikarenakan percobaan dilakukan di dalam ruangan dengan penerangan berupa



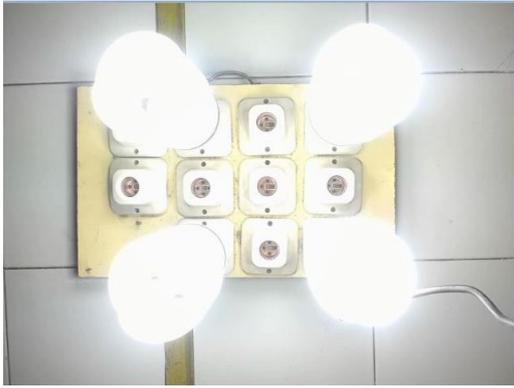
Gambar 5. Hasil tangkapan kamera  
 (a) lampu padam, (b) lampu nyala

lampu neon dan sinar matahari. Cahaya yang dihasilkan lampu neon berfrekwensi sehingga level keterangannya juga berubah-ubah. Oleh karena itu dicatat nilai tertinggi dan terendah dari jumlah piksel warna putih. Hasil dari percobaan disajikan pada Tabel 1.

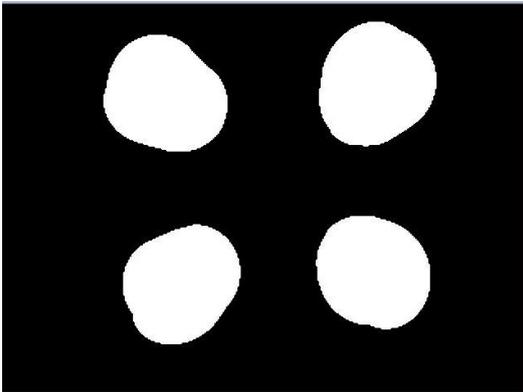
Threshold yang diterapkan ketika segmentasi lampu padam adalah 133 yang merupakan nilai tengah dari tingkat kecerahan warna (0 s/d 255). Ketika diterapkan nilai threshold yang sama untuk segmentasi ketika lampu menyala dan padam maka terjadi perbedaan nilai median berkisar 600 piksel, jika dihitung dalam bentuk error bernilai 1.3%. Namun jika diterapkan nilai threshold yang berbeda, errornya juga menjadi berubah. Semakin besar nilai threshold yang diterapkan untuk segmentasi nyala lampu maka akan semakin mendekati hasil segmentasi ketika lampu padam. Sehingga ketika diterapkan nilai threshold sebesar 225 maka error yang terjadi semakin mengecil, dibawah 0.5%.

#### Pengujian Multi Lampu

Dalam kondisi menyala, hasil tangkapan kamera adalah seperti pada Gambar 6. Hasil segmentasi oleh sistem yang dibuat adalah seperti pada Gambar 7. Dari Gambar 7 terlihat bahwa sistem dapat membedakan nyala lampu dan bukan nyala lampu. Kemudian sistem diuji dengan cara mematikan salah satu lampu yang diuji yaitu ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil pengolahan oleh sistem ditunjukkan pada Gambar 9. Pada Gambar 9 terlihat bahwa sistem dapat membedakan nyala lampu dan bukan nyala lampu namun dengan sedikit noise yang merupakan pantulan cahaya dari lampu yang menyala. Noise tersebut tidak berbentuk sama seperti lampu yang menyala, lebih kecil dan tidak teratur. Dengan ditambahkan seleksi dimensi maka noise tersebut dapat dihilangkan.



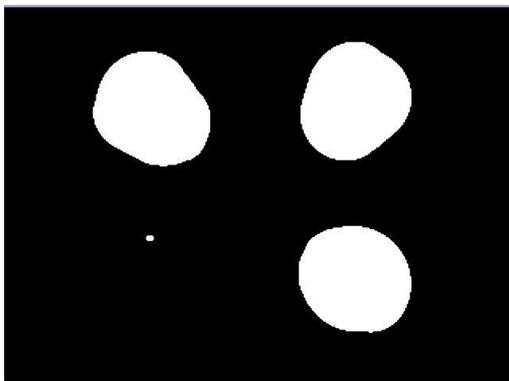
Gambar 6. Tangkapan kamera multi lampu menyala



Gambar 7. Hasil segmentasi sistem multi lampu menyala



Gambar 8. Tangkapan kamera saat satu lampu padam



Gambar 9. Hasil segmentasi sistem saat satu lampu padam

#### 4. Kesimpulan

Pencitraan nyala lampu menggunakan Single Board Computer telah dibangun pada penelitian ini. Dipilih LattePanda dan webcam umum untuk mendukung penelitian ini. Dari percobaan yang dilakukan, untuk melakukan segmentasi lampu dan nyala lampu perlu diterapkan nilai threshold yang berbeda agar hasilnya serupa. Error terbaik untuk segmentasi nyala lampu dibandingkan terhadap lampu dalam keadaan padam bernilai dibawah 0.5%. Selain itu sistem yang dibuat dapat membedakan lampu menyala/tidak meskipun untuk multi lampu. Dengan adanya pencitraan nyala lampu ini, dapat dilanjutkan dengan pekerjaan membuat alat uji lampu baik itu alat uji umur lampu atau alat uji aging lampu yang dapat membantu menggantikan tenaga manusia sebagai pemantau.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya sebagai penyandang dana utama untuk kegiatan ini. Selain itu penulis juga ingin berterimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga dapat terselesaikannya tulisan ini.

#### Daftar Rujukan

- [1] Di Mauro, S., Musumeci, S., & Raciti, A., 2017. Analysis of electrical and photometric quantities of CFL and LED bulb lamps. In 2017 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting (pp. 1-8). IEEE.
- [2] Prayoga, H. A. (2014). Intensitas pencahayaan dan kelainan refraksi mata terhadap kelelahan mata. KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat, 9(2), 131-136.
- [3] Klette, R., 2014. Concise Computer Vision. London: Springer.
- [4] Szeliski, R., 2011. Computer Vision: Algorithms and Applications. London: Springer.
- [5] Ortmeyer, C., 2014. Then and now: a brief history of single board computers. Electron. Des. Uncovered, 6, 1-11.
- [6] Bangsawan H.T, Hanafi L, 2019. Desain Alat Monitoring Umur Lampu Berbasis Computer Vision. Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI 2019), Makassar, 19 September 2019.
- [7] Wei, C. C., Song, Y. C., Chang, C. C., & Lin, C. B., 2016. Design of a solar tracking system using the brightest region in the sky image sensor. Sensors, 16(12), 1995.
- [8] Palaloi, S., 2015. Pengujian dan Analisis Umur Pakai Lampu Light Emitting Diode (LED) Swabalast Untuk Pencahayaan Umum. Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink), 11(1).
- [9] Wijaya, A. A., & Prayudi, Y., 2010. Implementasi Visi Komputer Dan Segmentasi Citra Untuk Klasifikasi Bobot Telur Ayam Ras. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI). Juni 2010.
- [10] Lee, C. D., Huang, H. C., & Yeh, H. Y., 2013. The development of sun-tracking system using image processing. Sensors, 13(5), 5448-5459.
- [11] Carballo, J. A., Bonilla, J., Berenguel, M., Fernández-Reche, J., & García, G., 2019. New approach for solar tracking systems based on computer vision, low cost hardware and deep learning. Renewable energy, 133, 1158-1166.

- [12] Bangsawan, H. T., Mardiyanto, R., & Sardjono, T. A., 2015. Six key points lip's feature extraction using adaptive threshold segmentation. In 2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA). Surabaya, Mei 2015, IEEE.
- [13] Song, B., Yang, X., Pei, Y., Zhao, M., Zhao, C., & Xiao, G., 2012. Electronic ballast for fluorescent lamp based on class  $\Phi$  2 inverter with parallel resonant tank. In 2012 Twenty-Seventh Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC) (pp. 2179-2183). IEEE