

KLASIFIKASI GESTUR LENGAN MANUSIA MENGGUNAKAN METODE KNN UNTUK KENDALI STOP KONTAK PINTAR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

HUMAN ARM GESTURES CLASSIFICATION USING KNN METHOD FOR SMART ELECTRIC SOCKET BASED ON INTERNET OF THINGS

Adiguna Ramdhana Adnan¹, Ig. Prasetya Dwi Wibawa, S.T., M.T.², Dr. Eng Willy Anugrah Cahyadi, S.T., M.T.³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Jl. Telekomunikasi, Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

¹adigunaram@student.telkomuniversity.ac.id, ²prasd.wibawa@telkomuniversity.ac.id,

³waczze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Computer vision merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana suatu komputer dapat mengenali objek yang diamati dengan proses pengenalan citra. Tujuannya yaitu meniru fungsi mata dan otak pada manusia. Oleh karena itu, diperlukan adanya proses komunikasi antara manusia dan komputer. Proses komunikasi tersebut dapat berupa gerakan tubuh manusia sebagai objek yang diamati. Dengan adanya komunikasi antara manusia dan komputer, dapat digunakan sebagai pengontrolan pada suatu perangkat. Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem pengontrolan menyalakan dan mematikan stop kontak dengan menggunakan isyarat gestur pengguna sebagai perintah. Isyarat gestur pengguna dibaca oleh komputer secara *realtime* menggunakan webcam, kemudian diklasifikasi menggunakan metode *k-Nearest Neighbor*. Hasil dari tugas akhir ini adalah perangkat dapat menyalakan dan mematikan stop kontak dengan menggunakan isyarat gestur pengguna sebagai perintah. Tingkat akurasi yang didapatkan menggunakan metode *k-Nearest Neighbor* yaitu sebesar 70%, dengan penggunaan nilai $k=3$ dan 100 data latih.

Kata kunci: Pengenalan gerakan, *K-Nearest Neighbor*, Pengontrolan stop kontak

Abstract

Computer vision is a field of science that studies how a computer can recognize an object that being observed using an image recognition process. The purpose is to imitate how human's eye and brain works. Therefore, it is necessary to have a communication process between humans and computers. The communication can be in the form of human's body gestures as an observed object. With the communication between humans and computers, it can be used as a control on a device. In this final project, a control system is designed to turn on and off the electric socket by using user gestures as a command. User gestures are read by computer in realtime using a webcam, then being classified using *k-Nearest Neighbor* method. The result of this final project is that the device can turn on and off electric socket automatically using user's body gestures as a command. The accuracy rate that obtained using *k-Nearest Neighbor* method is 70%, with the value of $k=3$ and 100 training data.

Keywords: Gesture recognition, *K-Nearest Neighbor*, Electric socket control

1. Pendahuluan

Interaksi manusia dan komputer merupakan serangkaian proses, dialog dan komunikasi dimana keduanya saling memberikan masukan untuk merancang perintah yang ingin disampaikan. Interaksi tersebut dapat berupa bahasa isyarat dengan menggunakan gerakan tubuh manusia. Isyarat gestur dapat dikenali komputer dengan melakukan pemindaian citra pada tubuh manusia [1].

Pada penelitian sebelumnya, telah dibangun stop kontak pintar menggunakan android sebagai antarmuka pengguna dan perangkat [2]. Aplikasi berbasis android tersebut dapat memberikan perintah berupa menyalakan dan mematikan daya pada stop kontak. Masalah yang timbul adalah tidak semua orang bisa mengoperasikan *smartphone* contohnya orang tua dan penyandang disabilitas. Oleh karena itu, dirancang sistem pengontrolan menyalakan dan mematikan stop kontak menggunakan isyarat gestur manusia sebagai masukan, dengan maksud mempermudah pengguna, terutama orang tua dan penyandang disabilitas dalam proses menyalakan dan mematikan stop kontak.

Untuk mengklasifikasi isyarat gestur pengguna, terdapat beberapa metode pada *machine learning* yang dapat digunakan, salah satunya metode *k-Nearest Neighbor* (k-NN). Pemilihan metode k-NN dikarenakan k-NN mempunyai kelebihan dalam menangani penggunaan data yang sedikit dan mempunyai algoritma yang cukup sederhana sehingga tidak membutuhkan kemampuan komputasi yang tinggi [3].

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 PoseNet

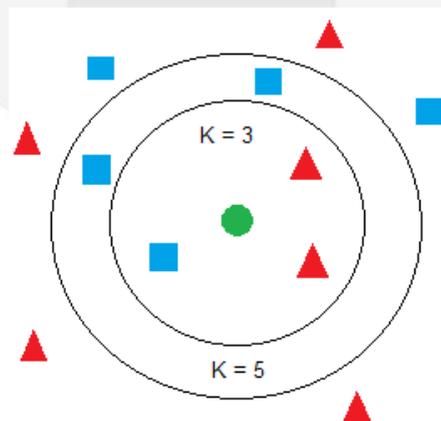
Dalam sistem ini, *pre-trained machine learning model* yang digunakan yaitu PoseNet, yang memungkinkan pembacaan *keypoints* tubuh manusia secara *realtime* [4]. PoseNet dibangun menggunakan *pre-trained model* ResNet dan MobileNet. Setelah mendeteksi adanya pose, PoseNet akan mengembalikan objek yang berisi 17 *keypoints* dari tubuh manusia, nilai keakuratan dari tiap pembacaan *keypoints*, dan skor pembacaan secara keseluruhan. 17 *keypoints* pada objek tersebut berupa 2D koordinat x dan y dalam sistem koordinat kartesius.



Gambar II-1. Deteksi *keypoints* oleh PoseNet [4]

2.2 K-NN Classification

Metode *k-Nearest Neighbor* (k-NN) merupakan algoritma *machine learning* yang digunakan untuk mengklasifikasi suatu objek berupa data berdasarkan jumlah k tetangga terdekatnya [5]. Sistem kerjanya bergantung pada jumlah k , yaitu jumlah data latih yang akan dibandingkan dengan data baru (data uji). Umumnya nilai k yang digunakan berjumlah ganjil, untuk menghindari munculnya jarak yang sama. Pada metode k-NN, data dinyatakan dalam ruang vektor [7].



Gambar II-2. Nilai k pada k-NN

Pengukuran jarak data uji dengan *database* data latih pada metode k-NN menggunakan algoritma *eulclidean distance*. Jarak euclidean dari dua vektor x dan y dihitung dengan persamaan berikut [6].

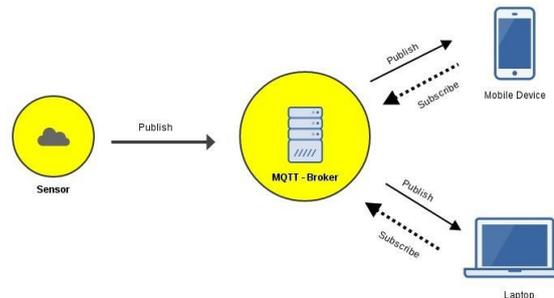
$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{n=1}^p (x_{ip} - x_{ij})^2}$$

Dimana $d(x_i, x_j)$ adalah jarak Euclidean, x_{ip} adalah data uji ke- i pada variabel ke- p , x_{ij} adalah data latih ke- j pada variabel ke- p dan p adalah dimensi data variabel bebas.

2.3 Internet of Things

Internet of Things merupakan konsep jaringan yang memungkinkan berbagai perangkat berkomunikasi satu sama lain melalui koneksi internet [2]. Adapun kemampuan yang dapat diterapkan yaitu berbagi data, pengiriman pesan, dan *remote control*. Tujuannya yaitu agar perangkat dapat dioperasikan dari jarak jauh menggunakan teknologi nirkabel.

Salah satu penerapan dari konsep Internet of things yaitu *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) yang merupakan protokol pengiriman pesan yang berjalan pada stack TCP/IP [8]. MQTT bekerja dengan basis *publish/subscribe* yang dapat mengirimkan data berupa XML maupun JSON. MQTT digunakan untuk memungkinkan adanya komunikasi antara komputer dan mikrokontroler.



Gambar III - 1. Sistem IoT menggunakan MQTT

2.4 Smart Socket

Smart socket digunakan untuk menyalakan dan mematikan stop kontak secara otomatis, serta pengukuran daya semu pada stop kontak. Adapun komponen yang digunakan pada *smart socket*, yaitu mikrokontroler, saklar elektrik, sensor arus dan tegangan, dan *power supply*.

2.4.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu *chip* yang secara fisik merupakan sebuah *Integrated Circuit* (IC) antara prosesor, memori, dan perangkat masukan dan keluaran [9]. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini yaitu NodeMCU esp8266, karena mempunyai modul WiFi sebagai media penghubung dengan komputer.

2.4.2. Saklar Elektrik

Saklar elektrik yang digunakan pada *smart socket* yaitu relay JQC-3FF-S-Z dengan maksimal tegangan sebesar 277 VAC / 30 VDC dan maksimal arus sebesar 15 A.

2.4.3. Sensor Arus dan Tegangan

Sensor arus dan tegangan yang digunakan pada *smart socket* yaitu PZEM-004T dengan model 100 Ampere. PZEM-004T bekerja dengan batas tegangan 260 VAC dan batas arus 100 A [10].

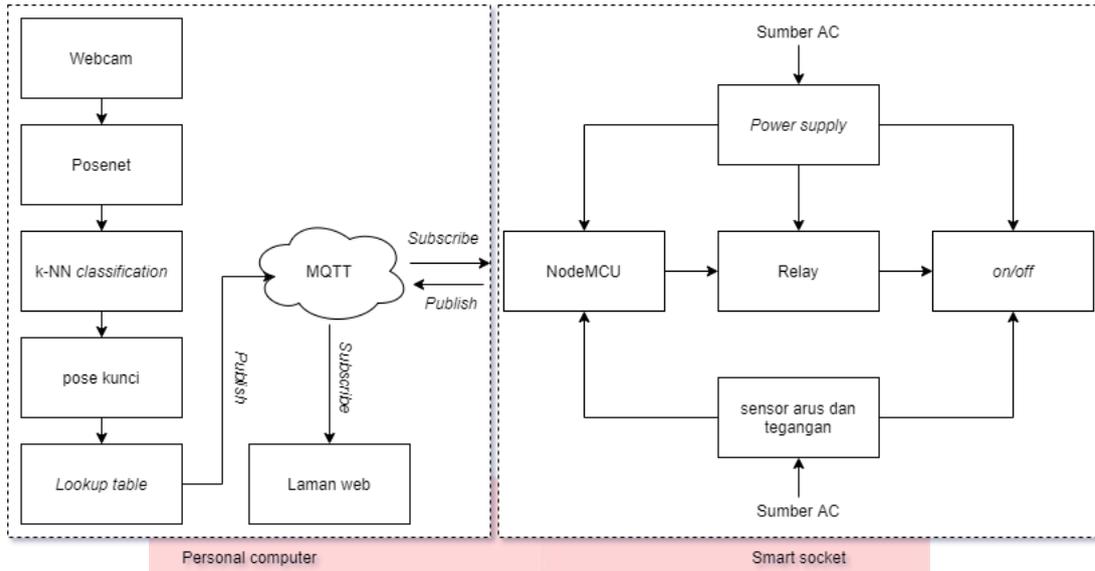
2.4.4. Power Supply

Power supply digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC, dengan mengubah tegangan masukan sebesar 220 VAC menjadi tegangan keluaran sebesar 5 VDC. *Power supply* berfungsi menyuplai tegangan ke mikrokontroler, modul relay dan sensor yang digunakan.

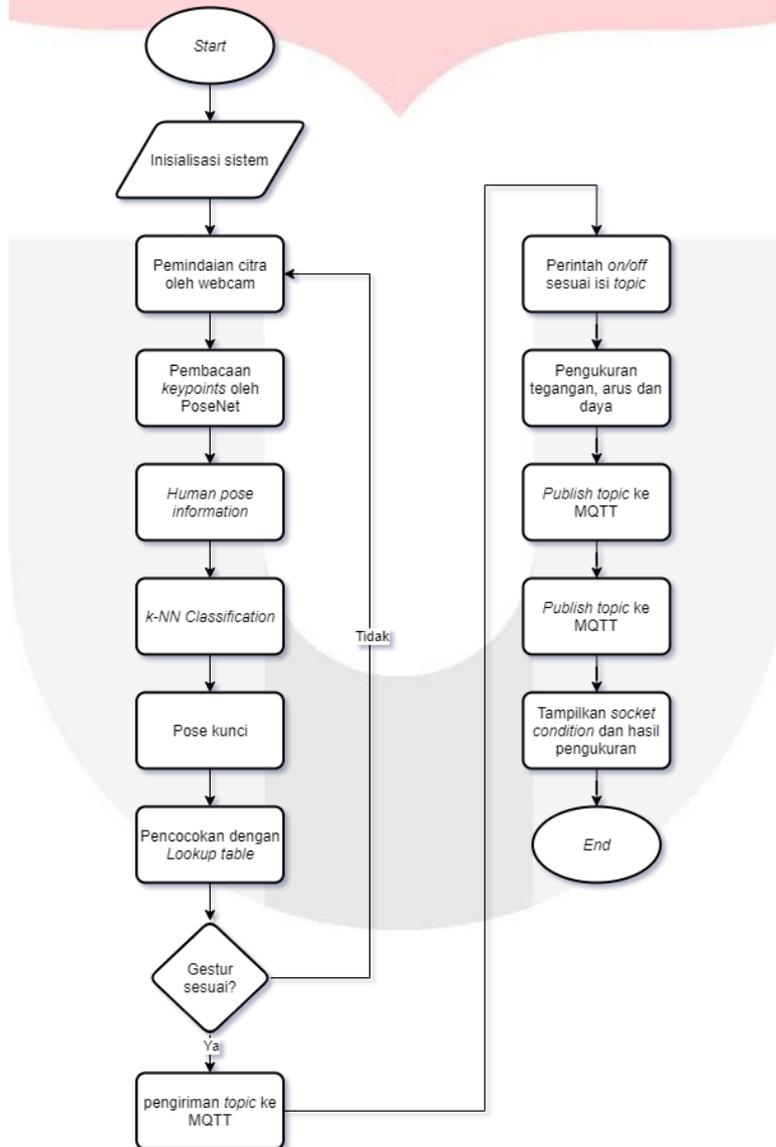
3. Pembahasan

3.1 Gambaran umum sistem

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem untuk mengendalikan stop kontak agar menyala dan mati dengan isyarat gestur lengan manusia sebagai masukan dari sistem. Agar gestur dapat dikenali oleh sistem, dibutuhkan komputer sebagai pengolah data. Pengolahan data berfungsi untuk mengenali isyarat gestur yang dibuat pengguna di depan kamera webcam. PoseNet digunakan sebagai pembacaan *keypoints* tubuh pengguna, kemudian diklasifikasi oleh k-NN agar komputer dapat membedakan pose satu dan lainnya. Setelah itu, dibuat *sequence pose* yang terdiri dari pose awal dan pose akhir. Jika suatu gestur dianggap sebagai isyarat, komputer akan mengirimkan perintah berupa *topic* ke MQTT broker, yang akan digunakan NodeMCU untuk merubah logika pada relay. Hasil pembacaan arus, tegangan dan daya pada stop kontak akan ditampilkan pada laman web.



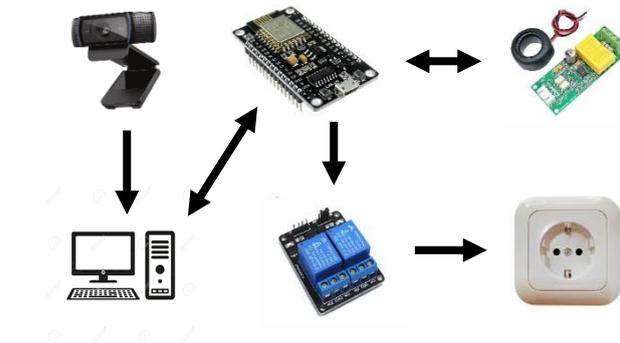
Gambar III - 2. Diagram blok sistem



Gambar III - 3. Flowchart sistem

3.2 Desain Perangkat Keras

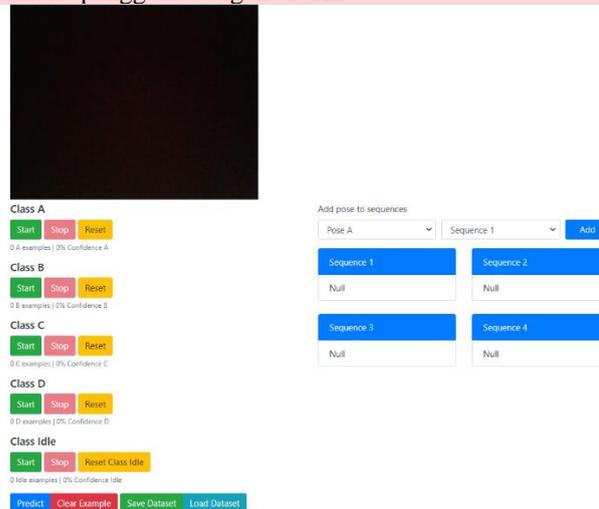
Perangkat keras yang digunakan pada sistem berupa *smart socket* yang mempunyai komponen yang terintegrasi yaitu NodeMCU, relay, sensor PZEM-004T, dan *power supply*. Desain perangkat keras dapat dilihat pada gambar III-4.



Gambar III - 4. Desain perangkat keras

3.3 Desain Perangkat Lunak

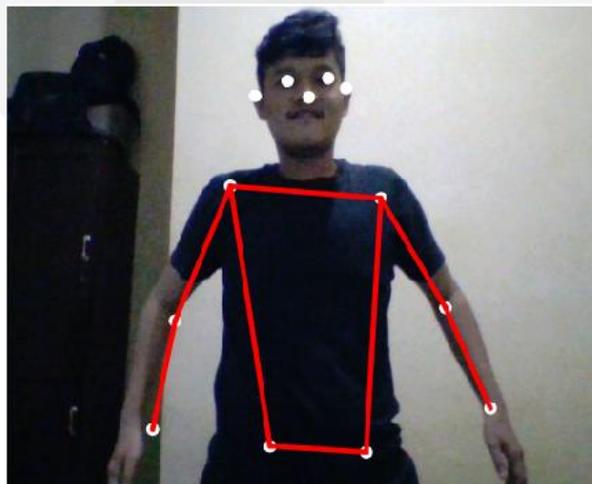
Perangkat lunak yang digunakan pada sistem yaitu aplikasi berbasis web yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman berbasis Javascript dan HTML. Aplikasi berbasis web tersebut digunakan sebagai antarmuka pengguna dengan sistem.



Gambar III - 5. Perancangan tampilan antarmuka

3.3.1 Deteksi Keypoints Tubuh

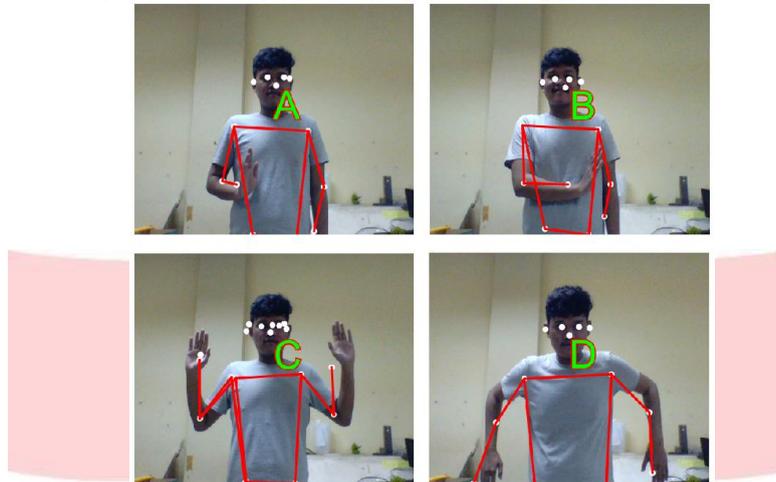
Deteksi keypoints tubuh pengguna dilakukan dengan memanggil PoseNet pada library ml5.js. PoseNet memungkinkan untuk memprediksi *keypoints* dengan mengambil gambar dari webcam sebagai masukan. Gambar tersebut diproses oleh jaringan syaraf tiruan MobileNet. PoseNet mengembalikan objek yang berisi 17 *keypoints* dari tubuh pengguna, skor pembacaan tiap *keypoints*, dan skor pembacaan tubuh secara keseluruhan.



Gambar III - 6. Deteksi keypoints PoseNet

3.3.2 Klasifikasi Isyarat Gestur

Klasifikasi isyarat gestur pengguna diawali dengan menentukan *sequence pose* atau urutan dari pose yang diambil dari data latih. *Sequence pose* terdiri dari pose awal dan pose akhir. *Sequence pose* tersebut kemudian ditampung pada variabel. Pada sesi *predict*, data uji digunakan sebagai umpan ke k-NN untuk memprediksi gestur yang dibuat pengguna. Hasil klasifikasi *sequence pose* kemudian dicocokkan *lookup table* yang berisi penentuan *sequence pose* dan perintah kondisi *socket*. Jika suatu *sequence pose* bernilai *true*, maka dikirim *topic* ke MQTT yang berisi perintah untuk menyalakan dan mematikan stop kontak. pembuatan pelabelan pose dan *lookup table* dapat dilihat pada gambar berikut.



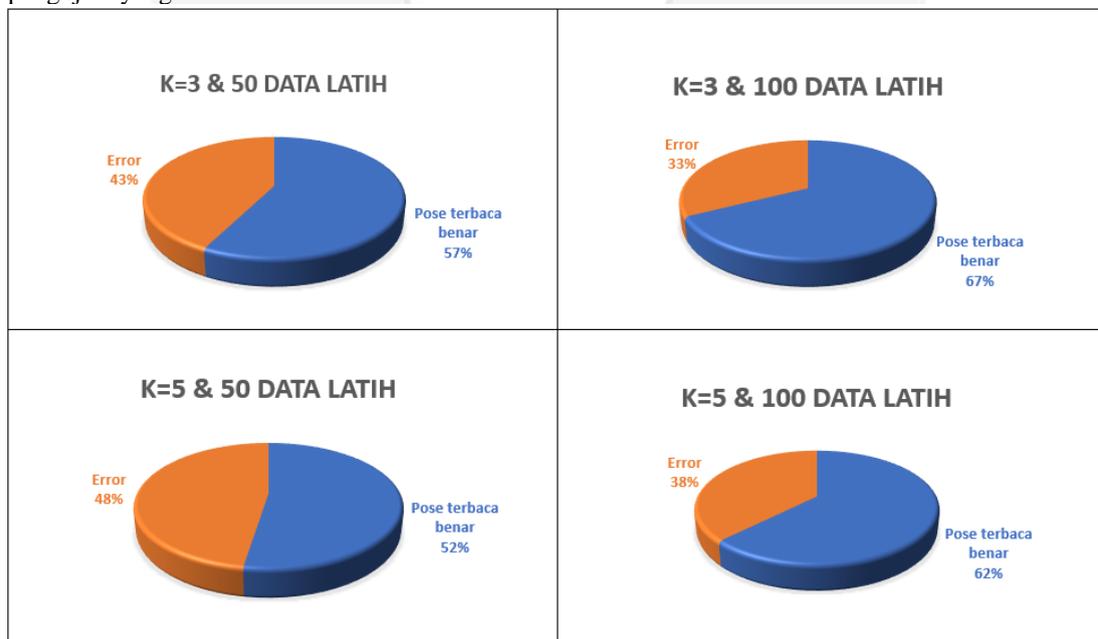
Gambar III - 7. Pelabelan pose A, B, C, D

Tabel III - 1. *Looup table*

No	<i>Sequence pose</i>	Pose awal	Pose akhir	Kondisi	
				Lampu 1	Lampu 2
1	Slide left	A	B	ON	OFF
2	Slide Right	B	A	OFF	ON
3	Both hands up	D	C	ON	ON
4	Both hands down	C	D	OFF	OFF

3.4 Pengujian Prediksi Isyarat Gestur

Pengujian prediksi isyarat gestur dilakukan dengan melakukan isyarat gestur yang telah ditentukan sebelumnya di depan kamera webcam. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi akurasi dari pembacaan, yaitu nilai k pada klasifikasi k-NN dan jumlah data latih yang digunakan. Oleh karena itu dibuat beberapa skenario untuk penggunaan nilai k dan jumlah data latih. Berikut grafik dari hasil pengujian yang dilakukan.



Gambar III - 8. Grafik hasil pengujian dengan beberapa skenario

3.5 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan mengukur daya dengan mengukur arus dan tegangan pada stop kontak dengan menggunakan sensor PZEM-004T, dengan nilai pembanding yaitu hasil pengukuran pada multimeter.

Tabel III - 2. Hasil pengujian pengukuran sensor

NO	SENSOR (VA)	MULTIMETER (VA)	KONDISI	
			LAMPU 1	LAMPU 2
1	0	0	OFF	OFF
2	0	0	OFF	OFF
3	0	0	OFF	OFF
4	0	0	OFF	OFF
5	0	0	OFF	OFF
6	16.1483	16.401	ON	OFF
7	16.17	16.4081	ON	OFF
8	16.17	16.4223	ON	OFF
9	16.17	16.4223	ON	OFF
10	16.156	16.3797	ON	OFF
11	16.1483	16.037	OFF	ON
12	16.1	16.051	OFF	ON
13	13.656	15.946	OFF	ON
14	15.9383	15.967	OFF	ON
15	15.967	15.96	OFF	ON
16	31.892	32.8042	ON	ON
17	32.074	32.7899	ON	ON
18	32.1146	32.8614	ON	ON
19	32.13	32.8471	ON	ON
20	32.1566	32.8757	ON	ON

3.6. Pengujian Konektivitas MQTT Broker

Pengujian konektivitas data dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah data dikirim ke NodeMCU ke MQTT Broker dapat terkirim tanpa adanya kehilangan data.

ts	topic	
2020-12-09 00:21:02	cliot/12345/arus	0.140000
2020-12-09 00:21:02	cliot/12345/tegangan	232.100006
2020-12-09 00:20:59	cliot/12345/arus	0.140000
2020-12-09 00:20:59	cliot/12345/tegangan	232.100006
2020-12-09 00:20:56	cliot/12345/arus	0.140000
2020-12-09 00:20:56	cliot/12345/tegangan	232.300003
2020-12-09 00:20:53	cliot/12345/arus	0.140000
2020-12-09 00:20:53	cliot/12345/tegangan	232.199997
2020-12-09 00:20:50	cliot/12345/arus	0.000000
2020-12-09 00:20:50	cliot/12345/tegangan	232.600006
2020-12-09 00:20:48	cliot/12345/saklar2	1
2020-12-09 00:20:48	cliot/12345/saklar1	1
2020-12-09 00:20:47	cliot/12345/arus	0.000000
2020-12-09 00:20:47	cliot/12345/tegangan	232.399994
2020-12-09 00:20:44	cliot/12345/arus	0.000000
2020-12-09 00:20:44	cliot/12345/tegangan	232.600006
2020-12-09 00:20:42	cliot/12345/arus	0.000000
2020-12-09 00:20:42	cliot/12345/tegangan	232.699997
2020-12-09 00:20:39	cliot/12345/arus	0.000000
2020-12-09 00:20:39	cliot/12345/tegangan	232.399994

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian serta analisa dari sistem yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian prediksi isyarat gestur dilakukan dengan mencari berapa nilai k pada k-NN dan penggunaan jumlah data latih agar mendapatkan tingkat akurasi tertinggi. Tingkat akurasi tertinggi yang diperoleh yaitu 67%, dengan nilai k=3 dan menggunakan 100 data latih.
2. Pembacaan sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, dengan akurasi pengukuran tegangan sebesar 99.95%, arus sebesar 98.59%, dan daya semu sebesar 98.53%. Nilai akurasi diperoleh dengan membandingkan hasil pengukuran pada multimeter.
3. Pengiriman data melalui MQTT broker menunjukkan keberhasilan pengiriman data tanpa adanya data yang hilang.
4. Pengujian sistem secara keseluruhan berhasil dengan rata-rata waktu pembacaan sebesar 1.948 detik.

Daftar Pustaka:

- [1] S. Mitra and T. Acharya, "Gesture Recognition : A Survey," *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS*, vol. 37, p. 311, 2007.
- [2] R. Fernando, I. P. D. Wibawa and C. Ekaputri, "SISTEM KENDALI DAN MONITOR PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA PERANGKAT," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, p. 4235, 2018.
- [3] csk.aditya, "Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)," *Informatikalogi*, 13 July 2017. [Online]. Available: <https://informatikalogi.com/algoritma-k-nn-k-nearest-neighbor/>. [Accessed 13 November 2019].
- [4] D. Oved, I. Alvarado and A. Gallo, TensorFlow, 8 May 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/tensorflow/real-time-human-pose-estimation-in-the-browser-with-tensorflow-js-7dd0bc881cd5>. [Accessed 11 September 2020].
- [5] R. Primartha, *Belajar Machine Learning Teori dan Praktik*, Bandung: INFORMATIKA, 2018
- [6] D. Nugraheny, "METODE NILAI JARAK GUNA KESAMAAN ATAU KEMIRIPAN," *METODE NILAI JARAK GUNA KESAMAAN ATAU KEMIRIPAN*, vol. 7, p. 23, 2015.
- [7] Suyanto, *DATA MINING*, Bandung: INFORMATIKA, 2017
- [8] D. Obermaier, "18," *CTO, dc-square*, 11 March 2016. [Online]. Available: <https://dzone.com/refcardz/getting-started-with-mqtt?chapter=1>. [Accessed 21 September 2020].
- [9] H. A. Dharmawan, *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis*, Malang: UBMedia, 2017.
- [10] K. Chooruang and K. Meekul, "Design of an IoT Energy Monitoring System," *2018 Sixteenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering*, Vols. 2018-Novem, no. January., pp. 1-4, 2018.