



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU JUMLAH PENGHUNI
DALAM SUATU RUANG DENGAN PERANGKAT IoT MENGGUNAKAN
ALGORITME K-NEAREST NEIGHBOR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

YARNISH DWI SAGITA FIDARLIYAN

21120117130049

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
SEMARANG
MEI 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Yarnish Dwi Sagita Fidarliyan
NIM : 21120117130049
Departemen : Teknik Komputer
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pemantau Jumlah Penghuni
Dalam Suatu Ruang Dengan Perangkat IoT Menggunakan
Algoritme K-Nearest Neighbor

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Agung Budi Prasetyo S.T., M.I.T., Ph.D.
Pembimbing II : Dania Eridani, S.T., M.Eng.
Ketua Penguji : Eko Didik Widiyanto, S.T., M.T.
Anggota Penguji : Adnan Fauzi S.T., M.Kom.



Semarang, 30 Juni 2022

Ketua Departemen Teknik Komputer




Dr. Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T.

197302261998021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Yarnish Dwi Sagita Fidarliyan
NIM : 21120117130049
Tanda Tangan : ()
Tanggal : 31 Mei 2022

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

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yarnish Dwi Sagita Fidarliyan
NIM : 21120117130049
Jurusan/Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

**Rancang Bangun Sistem Pemantau Jumlah Penghuni Dalam Suatu Ruang
Dengan Perangkat IoT Menggunakan Algoritme K-Nearest Neighbor**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 31 Mei 2022

Yang menyatakan



Yarnish Dwi Sagita Fidarliyan

ABSTRAK

Sistem pemantau tingkat hunian menjadi salah satu aspek penting dalam mengelola suatu area. Informasi yang didapat melalui pemantauan tingkat hunian di dalam cakupan area tertentu dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan sistem HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) suatu bangunan dan layanan manajemen bangunan seperti keamanan dan sebagainya. Pada sistem pemantau konvensional, pemantauan dilakukan melalui kamera dan tingkat hunian ditentukan secara manual. Penggunaan metode konvensional memiliki kelemahan yakni apabila area yang dipantau memiliki beberapa sub-area yang tidak tercakupi oleh jangkauan kamera dan metode ini juga akan membutuhkan tenaga kerja oleh banyak orang dalam proses menentukan tingkat hunian.

Sistem pemantau jumlah penghuni dalam suatu ruang dengan perangkat Internet of Things menggunakan algoritme k-Nearest Neighbor merupakan sistem yang dibangun untuk memantau jumlah penghuni suatu ruang yang diklasifikasikan ke dalam tingkat hunian dengan memanfaatkan data kondisi lingkungan seperti kadar CO₂, temperatur dan kelembaban ruangan. Untuk membuat model classifier k-Nearest Neighbor, data diperlukan dalam pelatihan dan pengujian untuk menghasilkan 3 kelas tingkat hunian yakni rendah (low), sedang (medium) dan tinggi (high). Hasil klasifikasi nantinya akan ditampilkan pada antarmuka pengguna berbasis web sehingga user dapat memantau tingkat hunian pada suatu ruangan melalui aplikasi web.

Sistem pemantau jumlah penghuni dalam suatu ruang dengan perangkat Internet of Things menggunakan algoritme k-Nearest Neighbor telah berhasil dibangun. Pengujian classifier k-Nearest Neighbor menghasilkan metrik pengukuran macro untuk tiap tingkat hunian berupa precision sebesar 88%, recall sebesar 86% dan f-1 score sebesar 87%. Lalu, akurasi yang diperoleh dari pengujian pengklasifikasi k-NN dalam mengklasifikasikan jumlah penghuni di suatu ruang ke dalam tingkat hunian adalah sebesar 88%. Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan saat pengembangan lanjut dari sistem ini diantaranya kondisi lingkungan penelitian dan pengaruh data temporal lainnya sehingga disarankan untuk menambahkan data temporal selain data CO₂, temperatur dan kelembaban selama proses pelatihan dan pengujian model.

Kata kunci : *Sistem Pemantau, Tingkat Hunian, K-Nearest Neighbor, Internet of Things.*

ABSTRACT

Occupancy monitoring system is one of the important aspects in managing an area. The information obtained through occupancy monitoring within a certain coverage area can be used for building management such as HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) system and security purposes. In conventional monitoring systems, monitoring is carried out through cameras and the occupancy is determined manually. The use of conventional method has disadvantage, namely if the monitored area has several sub-areas that cannot be reached by the camera range and this method will also require manpower by many people in the process of determining occupancy.

The monitoring system for number of occupants in a room with Internet of Things devices using k-Nearest Neighbor algorithm is built to monitor the number of occupants of a room classified into occupancy levels by utilizing data on environmental conditions such as CO₂ levels, room temperature and humidity. To generate the k-Nearest Neighbor classifier model, data is needed in training and testing to produce 3 occupancy levels in range low, medium , and high. The classification results will later be displayed on a web-based user interface so users can monitor room occupancy through a web application.

The monitoring system for number of occupants in a room with Internet of Things devices using k-Nearest Neighbor algorithm has been successfully built. From the tests carried out, the use of k-Nearest Neighbor as classifier to determine room occupancy level resulted in a macro precision of 88%, macro recall 86%, macro f-1 score of 87%, and an accuracy of 88% . There are several factors that need to be considered during the further development of this system including the research environment conditions and the influence of others temporal data, so it is advisable to add temporal data in addition to CO₂, temperature and humidity during the training and model testing process.

Keywords : *Monitoring System, Room Occupancy, K-Nearest Neighbor, Internet of Things.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang disusun sebagai bentuk dokumen dari penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak sehingga Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Komputer Universitas Diponegoro.
2. Bapak Kurniawan Teguh Martono S.T., M.T., selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan.
3. Ibu Ike Pertiwi Windasari, S.T., M.T., selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Agung Budi Prasetyo S.T., M.I.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dania Eridani, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Ibu, Ayah, Mbak dan Adik yang senantiasa mendoakan serta selalu memberikan semangat agar pantang menyerah.
7. Teman-teman Teknik Komputer angkatan 2017 “Leskantara” yang telah memberikan dorongan dan masukan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Keluarga Melody dan BTOB yang senantiasa menghibur Penulis dan memberikan semangat selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan khususnya Penulis sendiri.

Semarang, 31 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. <i>Internet of Things</i>	9
2.3. ThingSpeak.....	9
2.4. NodeMCU ESP8266	10
2.5. Sensor MQ-135	11
2.6. Sensor BME280	12
2.7. Regresi Linear	13

2.8.	k-Nearest Neighbor	14
2.9.	K-Fold <i>Cross Validation</i>	14
2.10.	<i>Confusion Matrix</i>	16
2.11.	Flask.....	18
BAB III		19
ANALISIS DAN PERANCANGAN.....		19
3.1.	Analisis Kebutuhan Sistem	19
3.2.	Perancangan Sistem.....	20
3.2.1.	Desain Sistem.....	20
3.2.2.	Perancangan Perangkat Keras	21
3.2.2.1.	Antarmuka Pin Komponen Perangkat Keras	22
3.2.2.2.	Kalibrasi Sensor MQ-135	23
3.2.3.	Perancangan Perangkat Lunak	26
3.2.3.1.	Pengaturan Pada Cloud ThingSpeak.....	30
3.2.3.2.	Tahap Pengklasifikasian Oleh Algoritme k-Nearest Neighbor	31
3.2.3.3.	Deploy Model k-NN Pada Halaman Website.....	33
BAB IV		34
PEMBAHASAN		34
4.1.	Hasil Penelitian dan Uji Coba Sistem	34
4.1.1.	Perangkat IoT Pada Sistem Pemantau Jumlah Penghuni di Suatu Ruang	34
4.1.1.1.	Sensor MQ-135.....	35
4.1.1.2.	Sensor BME280.....	39
4.1.2.	Tampilan Data Pada <i>Cloud</i> ThingSpeak	41
4.1.3.	Pelatihan dan Pengujian Data Menggunakan Algoritme k-Nearest Neighbor	42
4.2.	Implementasi Antarmuka	47
4.2.1.	Halaman <i>Dashboard</i>	47
4.2.2.	Halaman k-Nearest Neighbor.....	48
BAB V.....		51
KESIMPULAN DAN SARAN.....		51

5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian	6
Gambar 2. 1 Konsep Utama <i>Internet of Things</i> (IoT).....	9
Gambar 2. 2 Gambaran ThingSpeak Sebagai <i>Cloud</i>	10
Gambar 2. 3 <i>PinOut</i> Pada <i>Board</i> NodeMCU.....	11
Gambar 2. 4 Sensor MQ-135	12
Gambar 2. 5 Sensor BME280	13
Gambar 2. 6 <i>K-fold Cross Validation</i> Dengan <i>K-fold</i> = 5	15
Gambar 2. 7 Tabel <i>Confusion Matrix</i>	16
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	21
Gambar 3. 2 Skema Rangkaian Sistem	22
Gambar 3. 3 Nilai <i>Load Resistance</i> Pada Sensor MQ-135	23
Gambar 3. 4 Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-135 Untuk Gas Tertentu	24
Gambar 3. 5 Hasil Perhitungan Nilai <i>a</i> dan <i>b</i> Menggunakan <i>Tools Power Regression Calculator</i>	24
Gambar 3. 6 Diagram Alir Sistem.....	28
Gambar 3. 7 Diagram Alir Algoritme <i>k-Nearest Neighbor</i>	29
Gambar 3. 8 <i>Setting Channel</i> Utama di ThingSpeak	30
Gambar 3. 9 <i>API Key Channel</i> Utama di ThingSpeak.....	30
Gambar 3. 10 Struktur Projek Aplikasi <i>Website</i> Sistem	33
Gambar 4. 1 Peletakan Perangkat IoT di Ruang Kelas	34
Gambar 4. 2 Kondisi Cuaca di Tempat Penelitian Berdasarkan Aplikasi Prakiraan Cuaca.....	35
Gambar 4. 3 Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-135 Untuk Gas Tertentu	37
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara Log Konsentrasi Gas CO_2 dan Resistansi R_s/R_o	38
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Linearitas Antara Nilai BME280 dan Termometer Untuk Pembacaan Kelembaban	40
Gambar 4. 8 Tampilan Grafik CO_2 di <i>Channel Utama</i> ThingSpeak	42
Gambar 4. 9 Tampilan Grafik Temperatur di <i>Channel Utama</i> ThingSpeak	42

Gambar 4. 10 Tampilan Grafik Kelembaban di <i>Channel Utama ThingSpeak</i>	42
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Nilai K Menggunakan <i>k-Fold Cross Validation</i>	44
Gambar 4. 10 Tabel <i>Confusion Matrix</i>	46
Gambar 4. 11 Halaman <i>Dashboard</i> Pada <i>Web User Interface</i> (1).....	48
Gambar 4. 12 Halaman <i>Dashboard</i> Pada <i>Web User Interface</i> (2).....	48
Gambar 4. 13 Halaman <i>k-Nearest Neighbor</i> Pada <i>Web User Interface</i>	49
Gambar 4. 14 Hasil Uji Coba Metode <i>k-NN</i> Pada <i>Data Input User</i> Menghasilkan <i>Level High</i>	49
Gambar 4. 15 Hasil Uji Coba Metode <i>k-NN</i> Pada <i>Data Input User</i> Menghasilkan <i>Level Medium</i>	50
Gambar 4. 16 Hasil Uji Coba Metode <i>k-NN</i> Pada <i>Data Input User</i> Menghasilkan <i>Level Low</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor MQ-135	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor BME280	13
Tabel 3. 1 Kebutuhan Sistem	19
Tabel 3. 2 Antarmuka Pin NodeMCU ESP8266 dan Sensor MQ-135	22
Tabel 3. 3 Antarmuka Pin NodeMCU ESP8266 dan Sensor BME280	22
Tabel 3. 4 Label Klasifikasi	32
Tabel 4. 1 Perbedaan Hasil Pembacaan CO ₂ oleh Sensor MQ-135 dengan Perhitungan Konsentrasi CO ₂ yang Melibatkan Area Bukaan Ruangan	36
Tabel 4. 2 Hasil Uji Coba Sensor MQ-135	37
Tabel 4. 3 Hasil Uji Coba Sensor BME280 Sebagai Pengukur Temperatur	39
Tabel 4. 4 Hasil Uji Coba Sensor BME280 Sebagai Pengukur Kelembaban	39
Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba Sensor BME280 Sebagai Pengukur Kelembaban Setelah Dilakukan Kalibrasi.....	41
Tabel 4. 6 Contoh Data Pada <i>Dataset</i> Sebelum Dilakukan Normalisasi	43
Tabel 4. 7 Contoh Data Pada <i>Dataset</i> Sesudah Dilakukan Normalisasi.....	43
Tabel 4. 8 Contoh <i>Input</i> Data Baru	45
Tabel 4. 9 Data Tetangga Terdekat Sebanyak Nilai K.....	45
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kinerja Algoritme k-NN Sebagai Pengklasifikasi Jumlah Penghuni	46