



**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* RESPIRASI PASIEN *COVID-19*
DENGAN SISTEM *INTERNET OF MEDICAL THINGS (IoMT)* MENGGUNAKAN
SENSOR *MPU6050* DAN MIKROKONTROLER *ESP32***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Disusun Oleh:

WAHYU AJI NUGROHO

40040317640004

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

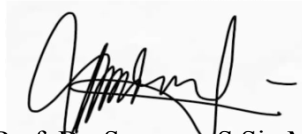
**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* RESPIRASI PASIEN *COVID-19*
DENGAN SISTEM *INTERNET OF MEDICAL THINGS (IoMT)* MENGGUNAKAN
SENSOR *MPU 6050* DAN MIKROKONTROLER *ESP 32***

Diajukan oleh:

Wahyu Aji Nugroho
40040317640004

Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian tugas akhir di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Menyetujui,
Dosen pembimbing tugas akhir



Prof. Dr. Suryono, S.Si., M.Si.
NIP. 197306301998021001

Tanggal : 10 September 2021

Mengetahui,
Ketua Program Studi
S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Much. Azam, M.Si
NIP. 196903211994031007

Tanggal : 10 September 2021

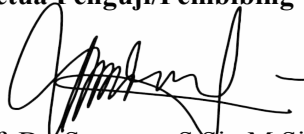
**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* RESPIRASI PASIEN *COVID-19*
DENGAN SISTEM *INTERNET OF MEDICAL THINGS (IoMT)* MENGGUNAKAN
SENSOR *MPU 6050* DAN MIKROKONTROLER *ESP 32***

Disusun oleh :
WAHYU AJI NUGROHO
40040317640004

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada tanggal 19 November 2021**

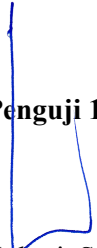
**Tim Penguji,
Ketua Penguji/Pembibing**



(Prof. Dr. Suryono, S.Si., M.Si.)

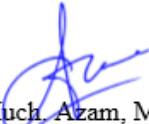
NIP. 197306301998021001

Penguji 1



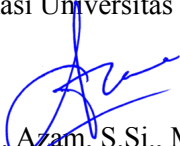
(Arkhan Subari, S.T., M.Kom.)
NIP. 19771001001121002

Penguji 2



(Much. Azam, M.Si.)
NIP. 196903211994031007

Mengetahui
Ketua Program Studi Sarjana Terapan (S.Tr)
Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Much. Azam, S.Si., M.Si.
NIP. 196903211994031007

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Wahyu Aji Nugroho

NIM : 40040317640004

Program Studi : S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi UNDIP

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* RESPIRASI PASIEN *COVID-19* DENGAN SISTEM *INTERNET OF MEDICAL THINGS (IoMT)* MENGGUNAKAN SENSOR MPU 6050 DAN MIKROKONTROLER ESP 32**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 19 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Wahyu Aji Nugroho

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak Waluyo dan Ibu Anggraeni Dewi Supraptiningsih yang tak henti-hentinya berdo'a dan selalu memberikan yang terbaik untuk anak anaknya.
2. Adik Mohammad Agung Maulana dan Dinda Nurhaliza Rahmawati Putri, yang selalu menyemangati.
3. Mba Riski Defrianti yang selama ini seperti keluarga sudah menemani, menasehati, dan meluangkan waktunya untuk penulis hingga tugas akhir ini selesai diketikan.
4. Keluarga Edelweis yang selalu ada dan menjadi tempat berkeluh kesah selama perkuliahan berlangsung hingga sampai saat ini.
5. Orang-orang terdekat dan teman-teman yang tidak bisa ditulis satu persatu oleh penulis yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil.
6. Para akademisi yang haus akan ilmu pengetahuan dan teknologi.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahuwata'ala yang senantiasa memberikan nikmat dan karunia pada makhluk-Nya dan atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan kegiatan tugas akhir yang dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika Departemen Fisika FSM UNDIP.

Dalam keberjalanan tugas akhir ini penulis tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi
2. Bapak Much. Azam, M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Prof. Dr. Suryono, S.Si., M.Si. selaku pembimbing tugas akhir yang telah sabar membimbing penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Segenap mahasiswa bimbingan Prof. Dr. Suryono, S.Si., M.Si. yang telah membantu dan memberikan ilmunya kepada penulis dan sudah memberikan masukan dan mengajarkan penulis terkait pemrograman selama pelaksanaan tugas akhir berlangsung di Lab Instrumentasi dan Elektronika Departemen Fisika FSM UNDIP
5. Teman-teman dan orang-orang terdekat yang tidak bisa penulis tulis satu persatu namanya yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materil.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, dikarenakan keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan evaluasi. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Semarang, 10 September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PROPOSAL TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan tugas akhir	2
1.4 Manfaat tugas akhir	3
1.5 Pembatasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika tugas akhir	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 COVID-19 (Coronavirus Disease).....	5
2.2 Sistem Respirasi.....	6
2.3 Sistem <i>Monitoring</i>	7

2.4 <i>Early Warning Score (EWS)</i>	7
2.5 <i>Internet of Medical Things (IoMT) / Internet of Things (IoT)</i>	8
2.6 Mikrokontroler ESP32	9
2.7 Sensor Vibrasi MPU6050	11
2.8 <i>OLED Display</i>	14
2.9 <i>Wi-Fi Router</i>	16
2.10 <i>Power Supply</i>	17
2.11 Software Developer	18
2.12 Webservice XAMPP	19
2.13 MySQL	21
2.14 Bahasa Pemrograman PHP	22
2.15 MQTT	24
2.16 Node.js	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2 Alat dan Bahan.....	27
3.2.1 Alat yang digunakan.....	27
3.2.2 Bahan yang digunakan	28
3.3 Prosedur Penelitian	28
3.3.1 Diagram Alur Penelitian	28
3.3.2 Perancangan Sistem.....	30
3.3.3 Perancangan dan Realisasi Sistem Pembacaan Respirasi Pasien <i>COVID-19</i>	32
3.3.4 Perancangan dan Realisasi Sistem Akuisisi Data Respirasi Pasien <i>COVID-19</i>	36
3.3.5 Perancangan dan Realisasi <i>Database Monitoring</i> Respirasi Pasien <i>COVID-19</i>	38
3.3.6 Perancangan dan Realisasi <i>Web Interface Monitoring</i> Respirasi Pasien <i>COVID-19</i>	39

3.3.7 Perancangan dan Realisasi <i>Power Supply</i> pada Sistem <i>Monitoring</i> Pasien <i>COVID-19</i>	41
3.3.8 Perancangan Program Sistem pada Mikrokontroler.....	44
3.3.9 Perancangan Program MQTT pada Server	50
BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA	53
4.1 Hasil Uji Fungsionalitas Sensor MPU6050	53
4.1.1 Hasil Pengujian Sumbu Sensor MPU6050	53
4.1.2 Hasil Pengujian Sudut Sensor MPU6050	56
4.2 Hasil Pengujian Sensor Respirasi	60
4.3 Hasil Pengujian <i>Power supply</i>	62
4.4 Hasil Pengujian Sistem <i>Monitoring</i>	63
4.4.1 Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Data.....	64
4.4.2 Hasil Pengujian Antarmuka <i>Local WebBase</i>	67
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karakteristik Pasien yang terinfeksi 2019-nCoV, MERS-CoV, dan SARS-CoV	5
Gambar 2. 2 Gambar <i>Early Warning Score</i> pada pasien <i>COVID-19</i>	8
Gambar 2. 3 Gambar Diagram IoMT Pasien <i>COVID-19</i>	9
Gambar 2. 4 Gambar <i>Pin out</i> Mikrokontroler ESP32.....	10
Gambar 2. 5 Diagram Blok Sensor MPU6050	11
Gambar 2. 6 Gambar <i>Pin out</i> Modul MPU6050.....	12
Gambar 2. 7 Gambar sumbu X, Y, Z pada <i>Accelerometer</i> MPU6050	13
Gambar 2. 8 Gambar 2.8 Gambar rotasi sumbu X, Y, Z pada <i>Gyroscope</i> MPU6050.....	13
Gambar 2. 9 Gambar <i>Pin Out OLED Display SSD1306</i>	14
Gambar 2. 10 Gambar Koneksi Hotspot <i>Wi-Fi</i>	17
Gambar 2. 11 Diagram Blok <i>DC Power Supply</i>	17
Gambar 2. 12 Gambar Tampilan <i>Software Developer</i> Arduino IDE.....	19
Gambar 2. 13 Gambar <i>Control Panel</i> XAMPP	20
Gambar 2. 14 Gambar Tampilan <i>Local Host</i> MySQL.....	21
Gambar 2. 15 Gambar Market Share Penggunaan Bahasa Pemrograman <i>Server-Side</i>	23
Gambar 2. 16 Sistem Umum IoT menggunakan MQTT	24
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	30
Gambar 3. 2 Diagram sistem pembacaan tanda tanda vital dan <i>monitoring</i> pasien <i>COVID-19</i> ...	31
Gambar 3. 3 Diagram Blok Perancangan Sistem Pembacaan Respirasi Pasien	32
Gambar 3. 4 Tampilan Box Pelindung Sensor dan OLED	33
Gambar 3. 5 Bentuk <i>wiring</i> diagram sistem pembacaan respirasi.....	34
Gambar 3. 6 Realisasi Rangkaian Sistem Pembacaan Respirasi	35
Gambar 3. 7 Realisasi Pelindung Rangkaian Sistem Pembacaan Respirasi	36
Gambar 3. 8 Diagram Sistem Akuisisi Data.....	37
Gambar 3. 9 Diagram <i>MQTT System</i> pada Sistem Akuisisi Data.....	37
Gambar 3. 10 Tampilan <i>database</i> MySQL.....	38
Gambar 3. 11 Desain Tampilan Halaman Pertama.....	39
Gambar 3. 12 Desain Tampilan Halaman Kedua	40
Gambar 3. 13 Desain tampilan halaman ketiga	40
Gambar 3. 14 Tampilan box <i>power supply</i> pasien <i>COVID-19</i>	41

Gambar 3. 15 Rangkaian <i>Power supply</i>	43
Gambar 3. 16 Realisasi sistem <i>power supply</i>	43
Gambar 3. 17 Flowchart Program MQTT	51
Gambar 3. 18 Tampilan <i>Command Prompt</i> untuk komunikasi MQTT.....	52
Gambar 4. 1 Proses Pengujian Sumbu-X pada Sensor MPU6050.....	54
Gambar 4. 2 Proses Pengujian Sumbu-Y pada Sensor MPU6050.....	54
Gambar 4. 3 Proses Pengujian Sumbu-Z pada Sensor MPU6050	54
Gambar 4. 4 Proses Pengujian Sumbu.....	55
Gambar 4. 5 Proses Pengujian Sudut 30° pada Sensor MPU6050	57
Gambar 4. 6 Proses Pengujian Sudut 45° pada Sensor MPU6050	57
Gambar 4. 7 Proses Pengujian Sudut 60° pada Sensor MPU6050	57
Gambar 4. 8 Proses Pengujian Sudut 90° pada Sensor MPU6050	58
Gambar 4. 9 Proses Pengujian Sudut.....	58
Gambar 4. 10 Proses Pengujian Sistem Respirasi	60
Gambar 4. 11 Grafik Nilai Respirasi Pada Sistem.....	62
Gambar 4. 12 Proses pengujian <i>power supply</i>	62
Gambar 4. 13 Proses pengiriman data pada jarak 1-15m	64
Gambar 4. 14 Hasil Pengiriman Data menuju <i>Database</i> yang diakses pada jarak jangkauan <i>Wi-Fi</i> router.....	66
Gambar 4. 15 Proses pengujian akuisisi data.....	66
Gambar 4. 16 Tampilan <i>interface</i> utama	67
Gambar 4. 17 Tampilan menu tabel respirasi secara keseluruhan.....	68
Gambar 4. 18 Tampilan menu grafik respirasi	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Pernafasan Normal pada Manusia	6
Tabel 2. 2 Tabel Perbandingan antara Arduino Uno, ESP8266, dan ESP32	10
Tabel 2. 3 Tabel Pin Konfigurasi <i>OLED Display</i> SSD1306.....	15
Tabel 4. 1 Pengujian Sumbu Sensor MPU6050.....	55
Tabel 4. 2 Pengujian Sudut Sensor MPU6050.....	59
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Respirasi.....	61
Tabel 4. 4 Pengujian Power Supply	63
Tabel 4. 5 Pengujian Sistem Akuisisi Data.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 <i>Source Code</i> Pembacaan Respirasi Arduino.....	73
LAMPIRAN 2 <i>Source Code</i> fog_computing.js	77
LAMPIRAN 3 <i>Source Code</i> index.php	79
LAMPIRAN 4 <i>Source Code</i> halaman pertama <i>webserver</i>	81
LAMPIRAN 5 <i>Source Code</i> halaman kedua <i>webserver</i>	84
LAMPIRAN 6 <i>Source Code</i> halaman ketiga <i>webserver</i>	86
LAMPIRAN 7 <i>Datasheet</i> Sensor MPU6050.....	87
LAMPIRAN 8 <i>Datasheet</i> <i>OLED Display</i> SSD1306	94
LAMPIRAN 9 <i>Datasheet</i> Mikrokontroler ESP32.....	99
LAMPIRAN 10 <i>Datasheet</i> <i>Wi-Fi Router</i>	103
LAMPIRAN 11 Dokumentasi Kegiatan Tugas Akhir.....	105

ABSTRAK

Manifestasi utama infeksi penyakit *COVID-19* disebabkan oleh gangguan sistem respirasi, selain itu tingginya tingkat kematian di Indonesia dipengaruhi oleh fasilitas kesehatan yang kurang memadai. Sehingga dibutuhkan pemantauan berkala untuk menunjang perawatan yang baik serta mencegah terjadinya komplikasi yang diakibatkan lambatnya respon perawat terhadap penurunan kondisi klinis pasien berdasarkan beberapa parameter fisiologis dalam *National Early Warning Score COVID-19*. *Internet of Medical Things* (IoMT) merupakan salah satu contoh perkembangan teknologi dengan cara inovatif untuk menggabungkan perangkat medis dan aplikasinya untuk terhubung dengan sistem teknologi informasi perawatan kesehatan dengan menggunakan teknologi jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun, merancang, serta mengimplementasikan sistem akuisisi data pada sensor respirasi dalam sebuah sistem monitoring atau pemantauan secara berkala berbasis *Internet of Medical Things* (IoMT). Sistem pemantauan ini memanfaatkan jaringan *wireless* menggunakan *Wi-Fi router*. Sensor yang digunakan untuk menghitung siklus respirasi adalah sensor MPU6050 dengan mengukur besarnya vibrasi yang dihasilkan pada sensor tersebut. Data yang terukur oleh sensor akan diakuisisi oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirim menuju penyimpanan data pada komputer melalui jaringan W-Fi secara realtime menggunakan protokol komunikasi MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) dan ditampilkan dalam *interface* berbasis *web*. Sistem yang telah dibangun berjalan dengan baik, sensor respirasi dapat menghitung nilai siklus respirasi per menit dari pasien dengan nilai rata-rata simpangan yang kecil sebesar 1,26 % dari perhitungan manual menggunakan *stopwatch*, pemantauan secara berkala juga dapat dilakukan tanpa adanya hambatan dengan rata-rata kecepatan respon waktu sebesar 03.48 detik. *Interface* pada sistem dapat menampilkan data terkini, keseluruhan data dan grafik dari masing-masing parameter. Serta *power supply* yang dibuat pada penelitian ini dapat mengalirkan tegangan sebesar $\pm 5V$ dengan nilai rata-rata simpangan sebesar 3 %.

Kata kunci: *Monitoring, Internet of Medical Things (IoMT), COVID-19, Respirasi, MPU6050*

ABSTRACT

The main manifestation of COVID-19 disease infection is caused by respiratory system disorders, in addition to the high death rate in Indonesia influenced by the presence of accompanying diseases owned by COVID-19 virus positive patients, vulnerable age, and inadequate health facilities. So that periodic monitoring is needed to support good care and prevent complications caused by the slow response of nurses to the decline of the patient's clinical condition based on several physiological parameters in the National Early Warning Score COVID-19. The Internet of Medical Things (IoMT) is an example of technological development in an innovative way to combine medical devices and their applications to connect with healthcare information technology systems using network technology. This research aims to build, design, and implement data acquisition systems on respiration sensors in a monitoring system or monitoring periodically based on the Internet of Medical Things (IoMT). This monitoring system utilizes Internet of Medical Things (IoMT) technology by utilizing wireless networks using Wi-Fi routers. The sensor used to calculate the respiration cycle is the MPU6050 sensor by measuring the magnitude of the vibration generated on the sensor. Sensor-scalable data will be acquired by the ESP32 microcontroller and sent to data storage on a computer over a W-Fi network in real time using the MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) communication protocol and displayed in a web-based interface. The system that has been built runs well, the respiration sensor can calculate the value of the respiration cycle per minute from patients with a small average deviation value of 1.26 % from manual calculations using stopwatches, periodic monitoring can also be done without obstacles with an average response time of 03.48 seconds. The interface on the system can display the latest data, the entire data and graphs of each parameter. As well as the power supply made in this study can drain a voltage of $\pm 5V$ with an average deviation value of 3 %.

Keywords: *Monitoring, Internet of Medical Things (IoMT), COVID-19, Respiration, MPU6050*