

**PROTOTIPE SMART LABORATORY
UNTUK KESEHATAN MANUSIA BERBASIS IOT**

PROYEK AKHIR



Oleh :

Rizki Hidayat / A018023

Hans Obed Edrea Simbolon / A018044

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
AKADEMI METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
KEMENTERIAN PERDAGANGAN**

2021

**PROTOTIPE *SMART LABORATORY*
UNTUK KESEHATAN MANUSIA BERBASIS IOT**

PROYEK AKHIR



Oleh :

Rizki Hidayat / A018023

Hans Obed Edrea Simbolon / A018044

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
AKADEMI METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
KEMENTERIAN PERDAGANGAN**

2021

PROTOTIPE *SMART LABORATORY*
UNTUK KESEHATAN MANUSIA BERBASIS IOT

PROYEK AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan tahap pendidikan D3 pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Akademi Metrologi dan Instrumentasi

Oleh :

Rizki Hidayat / A018023

Hans Obed Edrea Simbolon / A018044

AKMET | Akademi
Metrologi dan
Instrumentasi

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
AKADEMI METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
KEMENTERIAN PERDAGANGAN

2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Proyek Akhir yang berjudul “Prototipe Smart Laboratoty Untuk Kesehatan Manusia Berbasis IoT”. Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari dorongan, arahan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa pendidikan selama mengikuti masa perkuliahan di Akademi Metrologi dan Instrumentasi
2. Ibu Dr. Ir. Endang Juliastuti, M.S., selaku Direktur Akademi Metrologi dan Instrumentasi;
3. Bapak Vera Firmansyah, M. Si., selaku Kepala Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi;
4. Ibu Irawati Dewi Syahwir, M. T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan proyek akhir ini hingga selesai;
5. Bapak Dr. Ir. Sutanto Hadisupadmo, M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan proyek akhir ini hingga selesai;
6. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga proyek akhir ini dapat selesai;
7. Seluruh sahabat dan rekan seperjuangan terbaik yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis;
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan proyek akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan proyek akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis mengharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya laporan ini. Pada akhirnya, penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Penulis

ABSTRAK

Prototipe *smart laboratory* untuk kesehatan manusia berbasis IoT merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui dan menjaga kesehatan penguji dalam laboratorium. Prototipe *smart laboratory* ini menjalankan fungsinya dengan cara melakukan *monitoring* dan *controlling* terhadap 4 modul IoT. Modul 1 untuk *monitoring* suhu dan kelembaban, modul 2 untuk *controlling* intensitas cahaya, modul 3 akan melakukan *controlling* lampu ultraviolet dan modul 4 untuk mengukur kadar oksigen dalam darah. Keseluruhan modul akan terhubung secara terpusat ke aplikasi blynk sehingga pengguna dapat memantau *display* keseluruhan modul secara *real time*. Prototipe ini menggunakan *mikrokontroller* NodeMCU ESP8266 yang telah diprogramkan sesuai dengan kebutuhan modul IoT. Pada modul 1 diperoleh nilai ketepatan pengujian suhu terhadap alat standar hygrometer sebesar 96,22% dan kelembaban sebesar 94,00%. Modul 2 diperoleh bahwa kondisi intensitas lampu telah sesuai dengan kontrol dari aplikasi blynk. Ketika *button A OFF* dan *button B ON* pada blynk maka kondisi lampu A mati dan lampu B nyala. Pada modul 3 telah sesuai dengan kontrol dari aplikasi blynk, ketika *button display* aplikasi blynk *ON* maka lampu ultraviolet akan nyala. Modul 4 diperoleh nilai ketepatan pengujian kadar oksigen dalam darah terhadap alat standar pulse oximeter sebesar 100%. Untuk menggabungkan keseluruhan modul, maka peneliti membuat sebuah *mini room* prototipe *smart laboratory*.

Kata Kunci : *Smart Laboratory, Suhu dan Kelembaban, Intensitas Cahaya, Ultraviolet, Kadar Oksigen, Blynk*

DAFTAR ISI

COVER BAGIAN DALAM	ii
PERSYARATAN GELAR	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Laboratorium.....	5
2.2 Kesehatan Kerja	5
2.3 Internet of Things	6
2.4 <i>Temperature</i> (Suhu)	7
2.5 <i>Humidity</i> (Kelembaban)	7
2.6 Intensitas Cahaya.....	8
2.7 Lampu Ultraviolet	10
2.8 Kadar Oksigen Dalam Darah	11
2.9 NodeMCU ESP8266	12
2.10 Sensor DHT22.....	13
2.11 Sensor MAX30100.....	15
2.12 <i>OLED Display</i>	16
2.13 Relay.....	18

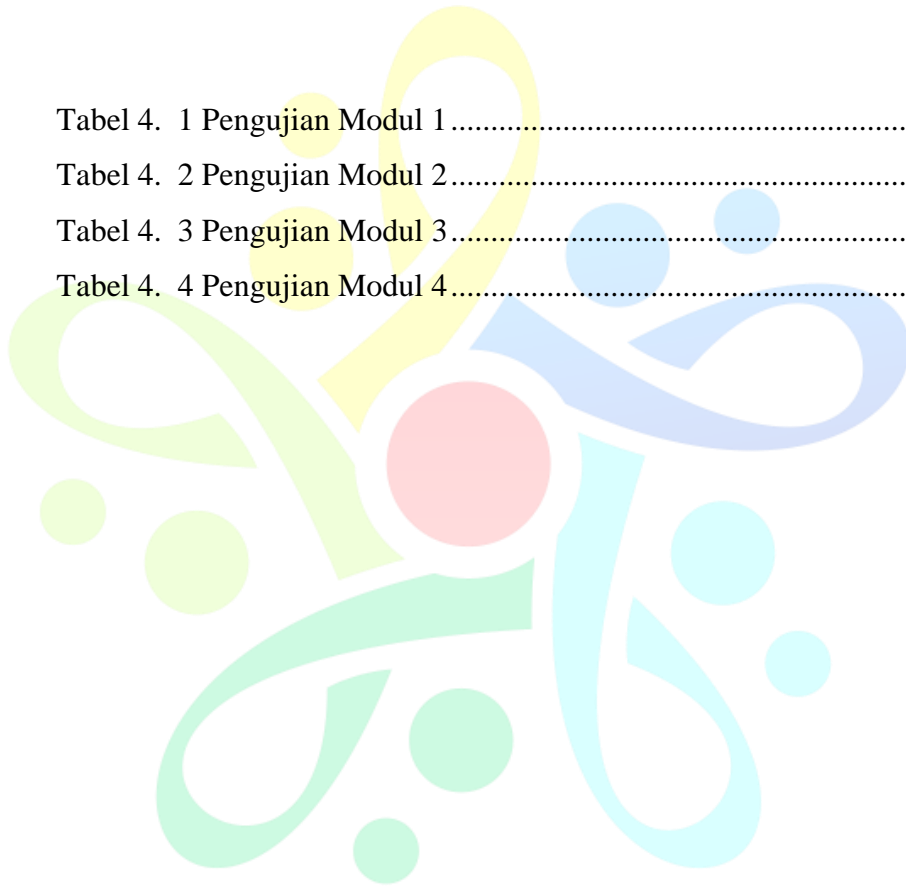
2.14	<i>Power Supply</i>	18
2.15	Blynk	19
BAB III RANCANG BANGUN		20
3.1	Blok Diagram Perancangan Sistem.....	21
3.2	Skematik Modul 1	22
3.3	Skematik Modul 2	24
3.4	Skematik Modul 3	24
3.5	Skematik Modul 4	24
3.4	Skematik Modul 3	26
3.5	Skematik Modul 4	27
3.6	<i>Flowchart</i>	27
3.7	Prosedur Pengujian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Hasil Konstruksi Prototipe	30
4.2	Hasil Pengujian Modul 1	32
4.3	Hasil Pengujian Modul 2.....	36
4.4	Hasil Pengujian Modul 3.....	40
4.5	Hasil Pengujian Modul 4.....	42
BAB V PENUTUP.....		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN.....		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lampu Ultraviolet	11
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP8266	13
Gambar 2. 3 Sensor DHT22.....	15
Gambar 2. 4 Sensor MAX30100.....	16
Gambar 2. 5 OLED <i>Display</i>	17
Gambar 2. 6 Modul Relay 2 <i>Channel</i>	18
Gambar 2. 7 Aplikasi Blynk.....	19
Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Sistem.....	21
Gambar 3. 2 Skematik Modul 1	23
Gambar 3. 3 Tampilan Modul 1 Pada Aplikasi Blynk.....	23
Gambar 3. 4 Skematik Modul 2	24
Gambar 3. 5 Tampilan Modul 2 Pada Aplikasi Blynk.....	25
Gambar 3. 6 Skematik Modul 3	26
Gambar 3. 7 Skematik Modul 4	27
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i>	28
Gambar 4. 1 <i>Mini Room</i> Prototipe	30
Gambar 4. 2 Komponen Rangkaian Elektronika <i>Smart Laboratory</i>	31
Gambar 4. 3 Pengujian Modul 1	32
Gambar 4. 4 Pengujian Modul 2	37
Gambar 4. 5 Pengujian Modul 3	40
Gambar 4. 6 Pengujian Modul 4	42
Gambar 4. 7 Gambar Grafik Pengujian Sensor MAX30100	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengujian Modul 1	33
Tabel 4. 2 Pengujian Modul 2	37
Tabel 4. 3 Pengujian Modul 3	41
Tabel 4. 4 Pengujian Modul 4	43



AKMET | Akademi
Metrologi dan
Instrumentasi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Datasheet Sensor DHT22	50
Lampiran 2 Datasheet Sensor MAX 30100	54
Lampiran 3 Data Hasil Pengukuran Modul 1 Suhu dan Kelembaban	57
Lampiran 4 Data Hasil Pengukuran Modul 4 Kadar Oksigen Dalam Darah	58



AKMET | Akademi
Metrologi dan
Instrumentasi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suhu udara sangat berperan dalam kenyamanan bekerja karena tubuh manusia menghasilkan panas yang digunakan untuk metabolisme basal dan muskuler. Namun dari semua energi yang dihasilkan tubuh hanya 20% saja yang dipergunakan dan sisanya akan dibuang ke lingkungan. Jika dibandingkan dengan Standar Baku Mutu sesuai KMK No 261 Tahun 1998 bahwa suhu yang dianggap nyaman untuk suasana bekerja 18-26 °C. Kelembaban udara yang relatif rendah yaitu kurang dari 20% dapat menyebabkan kekeringan selaput lendir membran, sedangkan kelembaban tinggi akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme. Kelembaban yang ideal berkisar 40-60% (Corie I. Prasasti, Sudarmaji, 2013).

Salah satu kelembaban yang harus di perhatikan yaitu kelembaban di laboratorium, dimana sirkulasi udara menggunakan AC sangat mempengaruhi kesehatan penguji laboratorium, rentang suhu dan pengendalian kelembaban lingkungan laboratorium terutama ditentukan dari aspek-aspek berikut. Pertama, identifikasi persyaratan untuk suhu dan kelembaban lingkungan untuk setiap pekerjaan. terutama mengidentifikasi kebutuhan instrumen, kebutuhan reagen, kebutuhan prosedur eksperimental, dan pertimbangan humanisasi staf laboratorium. Standar kenyamanan termal di Indonesia berdasarkan SNI 03-6572-2001 rentang suhu 20,5°C - 27,1°C dan kelembaban rentang 40% - 80%. Ada hubungan kausal tertentu antara lingkungan kering dan radang tenggorokan. Empat aspek dipertimbangkan secara komprehensif, dan daftar persyaratan untuk kontrol suhu dan kelembaban terdaftar. Kedua, pilih dan kembangkan kisaran suhu dan kendali kelembaban lingkungan yang efektif. Ekstrak rentang tersempit dari daftar semua persyaratan dari elemen-elemen di atas sebagai ruang lingkup yang diizinkan dari kontrol lingkungan laboratorium, merumuskan prosedur manajemen untuk pengendalian kondisi lingkungan, dan merumuskan SOP yang wajar dan efektif sesuai dengan situasi aktual departemen. Ketiga, pertahankan dan pantau. Melalui berbagai langkah untuk memastikan bahwa suhu dan kelembaban lingkungan berada dalam rentang kendali, dan memantau serta merekam pemantauan suhu dan kelembaban sekitar, mengambil

langkah-langkah tepat waktu untuk melampaui kisaran yang diperbolehkan, hidupkan AC untuk menyesuaikan suhu, dan buka dehumidifier untuk mengontrol kelembaban.

Selain suhu dan kelembaban, kebersihan laboratorium juga menjadi hal penting yang perlu dijaga. Kategori bersih disini lebih berfokus terhadap kondisi laboratorium yang terjaga dari keberadaan virus yang membahayakan pekerja. Beberapa jenis virus dapat bertahan hidup di tempat tertentu dengan berbagai variasi waktu. ketika virus menempel di salah satu instrumen laboratorium, ini akan menjadi langkah awal virus menyebar melalui kontak fisik yang dilakukan oleh pekerja. Ukurannya yang kecil, tidak bisa dilihat dengan mata telanjang, dan selalu berulah ketika memasuki tubuh manusia (Andrew M. Luks., Erik R. Swenson, 2020).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada proyek akhir ini adalah:

- a. Bagaimana mengetahui dan menjaga kesehatan personel penguji yang ada di laboratorium ?
- b. Bagaimana membuat prototipe *smart laboratory* yang dapat mengatur suhu kelembaban, intensitas cahaya, aktivasi ultraviolet dan pengukur kadar oksigen ?

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam proyek akhir ini sesuai dengan latar belakang dan tujuan adalah sebagai berikut:

- a. Suhu dan kelembaban hanya dilakukan monitoring
- b. Lampu ultraviolet hanya dilakukan kontrol *ON/OFF*
- c. Kalibrasi dilakukan pada modul 1 yaitu suhu dan kelembaban serta modul 4 yaitu pengukur kadar oksigen
- d. Kalibrator untuk modul 1 menggunakan hygrometer yang telah dilakukan *update* kalibrasi terakhir 2021
- e. Kalibrator modul 4 menggunakan oximeter yang telah memiliki izin edar oleh KEMENKES RI

- f. Modul 2 yaitu kontrol intensitas cahaya hanya dilakukan kontrol ON/OFF beberapa lampu sebagai indikator intensitas cahaya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini berdasarkan penulisan latar belakang serta rumusan masalah yaitu:

- a. Dapat memonitor dan mengendalikan kondisi ruangan laboratorium untuk kesehatan personel penguji.
- b. Merealisasikan pembuatan prototipe *smart laboratory* untuk kenyamanan dan kesehatan manusia berbasis IoT

1.5 Manfaat

Dari penelitian yang dilakukan, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak, diantaranya:

- a. Bagi penulis

Sebagai salah satu syarat kelulusan AKMET pada program studi D3 metrologi dan instrumentasi. Serta sebagai sarana penerapan pengetahuan yang telah diperoleh selama menjalani pendidikan.

- b. Bagi civitas akademika.

Sebagai sarana referensi tambahan untuk kegiatan atau proses pembelajaran untuk menambah ilmu pengetahuan mengenai robotika khususnya dalam pengangkatan AT.

- c. Civitas kemetrologian

Penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai referensi pengelolaan laboratorium metrologi berbasis IoT, sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja penguji laboratorium.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proyek akhir ini dibagi menjadi lima. Adapun rincian sistematika penulisannya disajikan sebagai berikut:

- a. Bab I

Bab I berisi pendahuluan yang terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan proyek akhir, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan laporan proyek akhir.

b. Bab II

Bab II memuat tinjauan pustaka yang membahas tentang teori umum serta konsep dasar mengenai perangkat dan sistem yang digunakan dalam pengerjaan proyek akhir *smart laboratoy* ini.

c. Bab III

Bab III merupakan bab perancangan dan pembuatan alat yang berisi tentang desain alat, komponen-komponen yang digunakan, prinsip kerja setiap komponen sistem serta metode pengujian alat.

d. Bab IV

Bab IV adalah hasil dan pembahasan. Bagian ini berisi hasil pembuatan alat berupa bentuk fisik dan konstruksi, data hasil pengujian yang dilakukan serta analisis hasil pengujian.

e. Bab V

Bab V adalah penutup, yang meliputi kesimpulan dan saran. Pada bab ini berisikan kesimpulan berdasarkan tujuan serta rumusan masalah dalam proyek akhir ini serta saran yang digunakan sebagai salah satu acuan serta perbaikan untuk penelitian berikutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan pustaka ini akan dibahas mengenai beberapa teori yang mendukung pembuatann prototipe smart laboratory untuk kesehatan manusia berbasis IoT. Teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi dari keputusan berupa data-data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet serta konsep-konsep teori buku penunjang, antara lain:

2.1 Laboratorium

Menurut (Santosa 2009: 29), laboratorium adalah suatu tempat untuk melakukan kegiatan praktikum, penelitian, teknologi baru yang menunjang proses belajar dan mengajar untuk pelayanan pada masyarakat. Laboratorium dalam dunia pendidikan merupakan tempat proses belajar mengajar melalui metode demonstrasi atau praktikum yang dapat menghasilkan pengalaman belajar dimana siswa berinteraksi dengan berbagai alat dan bahan untuk mengobservasi gejala-gejala yang ditimbulkan secara langsung. Dalam melakukan kegiatan praktikum, siswa dapat melakukan bekerja secara individual maupun secara berkelompok.

Laboratorium juga diartikan sebagai suatu tempat dimana guru dan siswa melakukan kegiatan percobaan atau penelitian, sehingga laboratorium tidak selalu berarti gedung laboratorium tetapi dapat berupa kebun, lapangan dan lain-lain yang dipakai untuk kegiatan tersebut (kancono, 2010: 2) dalam Kibtiyah 2015.

2.2 Kesehatan Kerja

Sehat merupakan hak azazi manusia yang bersifat universal, karena setiap warga negara berhak mendapatkan pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan. Di Indonesia, hal tersebut diatur dalam peraturan perundang-undangan. Pekerjaan yang layak yang bersifat manusiawi yang memungkinkan pekerja berada dalam kondisi selamat dan sehat, bebas dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Kesehatan Kerja yang merupakan bagian dari Keselamatan Kerja dan Kesehatan Kerja (K3). K3 (Occupational Safety and Health) (OSH) yang bertujuan agar pekerja

selamat, sehat, produktif dan sejahtera. Dengan demikian, produksi dapat berjalan dan berkembang lancar berkesinambungan (sustainable development) tidak terganggu oleh kejadian kecelakaan maupun pekerja yang sakit atau tidak sehat sehingga menjadi tidak produktif. Kejadian kecelakaan kerja diminimalkan oleh upaya Keselamatan Kerja atau Safety, sedangkan kesehatan pekerja dijaga/dipelihara dan ditingkatkan oleh upaya Kesehatan Kerja atau Occupational Health.

Kesehatan Kerja, bertujuan untuk mengenal (rekognisi) hazard kesehatan di tempat kerja, menilai risiko hazard dan melakukan intervensi terhadap risiko, agar menghilangkan atau meminimasi risiko kejadian penyakit. Di dunia usaha dan dunia kerja, pelaksanaan upaya kesehatan kerja diwajibkan berdasarkan konsep hak azasi manusia yang bersifat universal. Di Indonesia, hal tersebut diatur oleh peraturan perundang-undangan dan prinsip ekonomi pekerja yang sehat, produktif dan sejahtera di samping merupakan aset perusahaan yang paling berharga juga dapat mencegah kerugian (Kurniawidjaja, 2006).

2.3 Internet of Things

Menurut (Arafat, M. K. (2016) Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.

Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di rung kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat dimanage lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa.

Ide awal Internet of Things pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami Internet of Things sebut saja Intel, Microsoft, Oracle, dan banyak lainnya.

Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh Internet of Things adalah “ the next big thing ” di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari Internet of Things misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau email tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus distok lagi.

2.4 *Temperature (Suhu)*

Suhu adalah besaran termodinamika yang menunjukkan besarnya energi kinetik translasi rata-rata molekul dalam sistem gas; suhu diukur dengan menggunakan termometer (Pudjaatmaka:2002), Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudahnya, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda.

Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tingginya energi atomatom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

Suhu biasanya didefinisikan sebagai ukuran atau derajat panas dinginnya suatu benda atau sistem. Benda yang panas memiliki suhu yang tinggi, sedangkan benda yang dingin memiliki suhu yang rendah.

2.5 *Humidity (Kelembaban)*

Kelembaban merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Grafik tingkat kejenuhan tekanan uap air terhadap temperature Jika tekanan uap parsial sama dengan tekanan uap air yang jenuh maka akan terjadi pemadatan. Secara matematis kelembaban relative (RH) didefinisikan sebagai prosentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh. Kelembaban dapat diartikan dalam beberapa cara.

Relative Humidity secara umum mampu mewakili pengertian kelembaban. Untuk mengerti Relative Humidity pertama harus diketahui Absolut Humidity. Absolut Humidity merupakan jumlah uap air pada volume udara tertentu yang dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan.

Relative Humidity merupakan persentase rasio dari jumlah uap air yang terkandung dalam volume tersebut dibandingkan dengan jumlah uap air maksimal yang dapat terkandung dalam volume tersebut (terjadi bila mengalami saturasi). Relative Humidity juga merupakan persentase rasio dari tekanan uap air saat dilakukan pengukuran dan tekanan uap air saat mengalami saturasi.

Pembacaan 100 %RH berarti udara telah saturasi (udara penuh dengan uap air). Berkeringat merupakan upaya tubuh untuk menjaga temperatur tubuh. Saat 100 %RH, keringat tidak menguap ke udara, sehingga tubuh terasa lebih panas. Sebaliknya bila RH rendah, maka tubuh akan merasa lebih dingin. Contoh: Saat temperatur udara 24 oC dan kelembaban 0%RH maka tubuh akan merasa temperatur udara seperti 21 oC, tetapi bila temperatur udara 24 oC dan kelembaban 100 %RH maka tubuh merasa temperatur udara seperti 27 oC. Biasanya besarnya RH yang dianggap nyaman sekitar 45 %RH.

2.6 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (luminous intensity) adalah kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu, diukur dengan Candela. Beberapa sumber yang berbeda memberikan rekomendasi yang juga berbeda untuk tingkat pencahayaan minimum pada perpustakaan.

Manusia akan mampu melaksanakan kegiatannya dengan baik dan mencapai hasil yang optimal apabila lingkungan kerja sesuai dengan kemampuan manusia beradaptasi oleh lingkungannya atau biasa disebut ergonomis. Lingkungan kerja yang tidak ergonomis efeknya dapat terlihat dalam waktu yang lama sehingga pencapaian kerja yang optimal, efektif dan efisien sulit untuk dicapai. Kondisi yang ergonomis merupakan lingkungan kerja yang memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pekerja. Rasa nyaman sangat penting secara biologis karena akan mempengaruhi kinerja pada organ tubuh manusia ketika sedang bekerja. Penyimpangan dari batas kenyamanan akan menyebabkan perubahan secara fungsional yang pada akhirnya berpengaruh pada fisik maupun mental pekerja. Manusia akan mampu melaksanakan

kegiatannya dengan baik dan mencapai hasil yang optimal apabila lingkungan kerjanya mendukung. Kualitas lingkungan kerja yang baik dan sesuai dengan kondisi manusia sebagai pekerja akan mendukung kinerja dan produktivitas kerja yang dihasilkan. Lingkungan kerja yang nyaman sangat dibutuhkan oleh pekerja untuk dapat bekerja lebih produktif, karena itu lingkungan kerja harus didesain sebaik-baiknya sehingga lingkungan kerja menjadi kondusif bagi pekerja untuk melaksanakan kegiatan dalam suasana yang aman dan nyaman. Di dalam mendesain ruang kerja perlu diperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kondisi lingkungan kerja. Salah satu faktor penting dari lingkungan kerja yang dapat memberikan kepuasan kerja dan produktivitas adalah adanya pencahayaan yang baik. Pencahayaan yang baik memungkinkan pekerja dapat melihat obyek-obyek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa mengupayakan usaha yang berlebih.

Intensitas penerangan yang sesuai dengan jenis pekerjaannya akan dapat meningkatkan produktivitas kerja. Hasil penelitian pada 15 perusahaan menunjukkan bahwa penggunaan intensitas penerangan yang sesuai dengan jenis pekerjaan, memberikan kenaikan hasil kerja antara $4 \pm 35\%$ (Sanders dan McCormick, 1987). Sebaliknya, penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan penglihatan selama kerja. Pengaruh dan penerangan yang kurang memenuhi syarat akan mengakibatkan dampak, yaitu:

- a. Kelelahan mata sehingga berkurangnya daya dan efisiensi kerja.
- b. Kelelahan mental.
- c. Keluhan pegal di daerah mata dan sakit kepala disekitar mata.
- d. Kerusakan indra mata dan lain-lain.

Pengaruh kelelahan pada mata tersebut akan bermuara kepada penurunan performansi kerja, seperti:

- a. Kehilangan produktivitas.
- b. Kualitas kerja rendah.
- c. Banyak terjadi kesalahan.
- d. Kecelakaan kerja meningkat.

Intensitas pencahayaan yang dibutuhkan di masing-masing tempat kerja ditentukan dari jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Semakin tinggi tingkat ketelitian suatu pekerjaan, maka semakin besar pula kebutuhan intensitas pencahayaan yang diperlukan. Standar penerangan di Indonesia telah ditetapkan seperti tersebut dalam Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No. 7 Tahun 1964, tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan dan penerangan di tempat kerja. Menurut SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan, tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan untuk Laboratorium adalah 500 Lux.

2.7 Lampu Ultraviolet

Lampu ultraviolet juga biasa dimanfaatkan sebagai alat proses desinfektan, dengan kata lain tak hanya sekedar lampu yang mampu menghasilkan sinar Ultraviolet saja. Dimana dalam proses penyaringan air sendiri memerlukan proses higienis dan steril demi menjamin mutu dan kualitas air sebagai hasil produksi bebas dari mikroba maupun penyakit jadi aman dikonsumsi. Untuk itu, lampu ini juga sering dimanfaatkan sebagai lampu desinfektan. Menurut panjang sinar gelombangnya sendiri, lampu UV diklasifikasikan ke dalam 3 tingkatan utama, yang mana semakin pendek panjang gelombang pada sinar UV tersebut, maka karakteristiknya semakin kuat, Dimana tingkatan lampu tersebut mulai dari UV-A, UV-B hingga UV-C m (Metcalf dan Eddy 2003).

Lampu UV bermanfaat khususnya untuk membunuh bakteri pada proses pemurnian air minum. Metode sterilisasi menggunakan lampu Ultraviolet pada pengolahan air minum ini sudah terbukti ampuh serta memberikan manfaat baik dan prosesnya pun tergolong sangat mudah. Dimana teknologi UV sendiri sudah banyak dimanfaatkan pada depot pengisian air isi ulang. Ultraviolet sendiri merupakan alat desinfektan yang memiliki berbagai kelebihan, seperti mereduksi bakteri dengan aman dan signifikan dan tidak meninggalkan residu (Ratna dan Siri, 1990).

Cahaya sinar UV sangat efektif melakukan deaktivasi mikroorganisme, misalnya seperti virus, protozoa, dan bakteri. lampu UV ini mengirimkan energi elektromagnetik pada lampu merkuri menuju materi genetic yakni DNA dan RNA. Saat cahaya lampu UV menembus bagian dinding sel lalu melumpuhkan kemampuan dari reproduksi dari bakteri tersebut. Dalam hal ini, cahaya dari lampu UV mengacaukan dan mengganggu rantai RNA/DNA dalam proses duplikasi sel bakteri,

dengan begitu mikroorganismenya pun menjadi tidak aktif, dan tak dapat melakukan reproduksi (Metcalf dan Eddy 2003).



Gambar 2. 1 Lampu Ultraviolet

Sumber: <http://www.desalite.co.id/> (2020)

2.8 Kadar Oksigen Dalam Darah

Saturasi oksigen adalah presentasi hemoglobin yang berikatan dengan oksigen dalam arteri, saturasi oksigen normal adalah antara 95 – 100 %. Dalam kedokteran, oksigen saturasi (SO₂), sering disebut sebagai "SATS", untuk mengukur persentase oksigen yang diikat oleh hemoglobin di dalam aliran darah. Pada tekanan parsial oksigen yang rendah, sebagian besar hemoglobin terdeoksigenasi, maksudnya adalah proses pendistribusian darah beroksigen dari arteri ke jaringan tubuh (Hidayat, 2007). Pada sekitar 90% (nilai bervariasi sesuai dengan konteks klinis) saturasi oksigen meningkat menurut kurva disosiasi hemoglobin-oksigen dan pendekatan 100% pada tekanan parsial oksigen > 10 kPa. Saturasi oksigen atau oksigen terlarut (DO) adalah ukuran relatif dari jumlah oksigen yang terlarut atau dibawa dalam media tertentu. Hal ini dapat diukur dengan probe oksigen terlarut seperti sensor oksigen atau optode dalam media cair.

Orang yang sehat dan tidak memiliki keluhan umumnya akan memiliki kadar oksigen darah yang normal. Dalam kasus lain, seseorang bisa terlihat sehat dan tidak memiliki gejala, tapi memiliki kadar oksigen darah yang rendah. Kondisi ini disebut dengan happy hypoxia dan bisa ditemukan pada penderita COVID-19. Kadar oksigen

rendah atau hipoksemia umumnya menimbulkan bermacam-macam gejala, seperti sesak napas, nyeri dada, keringat dingin, batuk-batuk, kebingungan, dan kulit membiru. Selain COVID-19, hipoksemia bisa disebabkan oleh:

- Penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), termasuk bronkitis kronis dan emfisema
- Acute respiratory distress syndrome (ARDS)
- Asma
- Pneumothorax
- Anemia
- Cacat jantung bawaan
- Penyakit jantung
- Emboli paru

Sebagian besar penyakit atau kondisi medis di atas dapat menghalangi paru-paru untuk mendapatkan oksigen dan melepaskan karbon dioksida dengan optimal. Sebagian lainnya adalah kelainan darah dan masalah pada sistem peredaran darah yang juga dapat menurunkan distribusi oksigen ke seluruh tubuh (Tarwoto, 2006).

Kondisi kadar oksigen darah yang terlalu tinggi sebenarnya jarang ditemukan, tapi bisa terjadi. Biasanya, ini dialami orang yang mendapatkan terapi oksigenasi menggunakan tabung oksigen tambahan. Kondisi ini pun hanya bisa dideteksi oleh tes AGD. Untuk mengetahui kadar oksigen dalam darah, dapat melakukan tes analisa gas darah di rumah sakit. Namun, tes ini tidak bisa dilakukan sembarangan, melainkan harus melalui rekomendasi dokter. Bila ingin lebih praktis, dapat membeli alat pulse oximeter untuk memeriksa kadar oksigen dalam darah di rumah (Astowo, 2005).

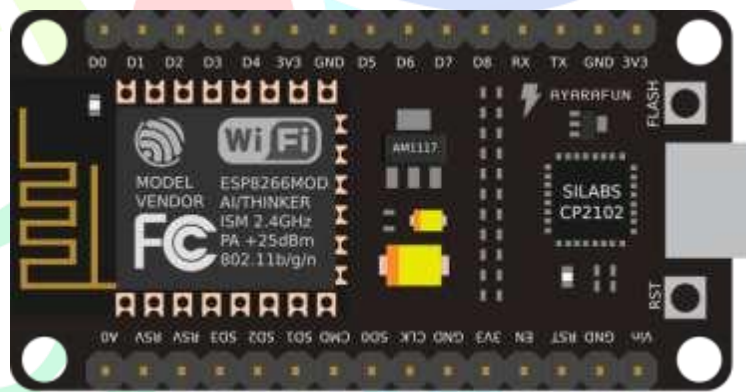
2.9 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System.

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas ases

terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Karena sumber utama dari NodeMCU adalah ESP8266 khususnya seri ESP-12 yang termasuk ESP-12E. Maka fitur – fitur yang dimiliki oleh NodeMCU akan lebih kurang serupa dengan ESP-12. Beberapa fitur yang tersedia antara lain

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 Wire
5. ADC



Gambar 2. 2 NodeMCU ESP8266

Sumber: <https://create.arduino.cc/> (2019)

2.10 Sensor DHT22

DHT22 atau juga dikenal sebagai AM2302 adalah sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. DHT-22 adalah chip tunggal kelembaban relatif dan multi sensor suhu yang terdiri dari modul yang dikalibrasi keluaran digital. Pada pengukuran suhu data yang dihasilkan 14 bit, sedangkan untuk kelembaban data yang dihasilkan 12 bit. Keluaran dari DHT-22 adalah digital sehingga untuk mengaksesnya diperlukan pemrograman dan tidak diperlukan pengkondisi sinyal atau ADC.

Sensor DHT-22 dipilih daripada sensor DHT-11 karena memiliki range pengukuran yang luas yaitu 0 sampai 100% untuk kelembaban dan -40 derajat celsius sampai 125 derajat celsius untuk suhu. Sensor ini juga memiliki output digital (single-bus) dengan akurasi yang tinggi.

DHT-22 adalah sebuah single chip sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang output-nya telah dikalibrasi secara digital. Di bagian dalamnya terdapat kapasitas polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. Output kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah interface serial pada satu chip yang sama. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon DHT-22 yang cepat. DHT-22 ini dikalibrasi dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan kedalam memori. Koefisien tersebut digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.

Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban adalah DHT-22 dengan sumber tegangan 5 Volt dan komunikasi bidirectional 2-wire. Sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Kaki serial Data yang terhubung dengan mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin Data DHT-22 "00000101" untuk mengukur kelembaban relatif dan "00000011" untuk pengukuran temperatur. DHT-

22 memberikan keluaran data kelembaban dan temperatur pada pin Data secara bergantian sesuai dengan clock yang diberikan mikrokontroler agar sensor dapat bekerja. Sensor DHT-22 memiliki ADC (Analog to Digital Converter) di dalamnya sehingga keluaran data DHT-22 sudah terkonversi dalam bentuk data digital dan tidak memerlukan ADC eksternal dalam pengolahan data pada mikrokontroler

Spesifikasi

- Supply Voltage: 5V
- Range Pengukuran Suhu : -40 - 80 °C / resolution 0.1°C / error $< \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Range Pengukuran Kelembapan : 0-100% RH / resolution 0.1%RH / error $\pm 2\%RH$
- Waktu pemindaian 2 detik
- Ukuran : 15.1mm x 25mm x 7.7mm



Gambar 2. 3 Sensor DHT22

Sumber: <https://www.ardutech.com/> (2019)

2.11 Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 merupakan integrasi dari Pulse oximetry, sensor ini dapat melakukan pemantauan sinyal detak jantung dan tingkat oksigen dalam darah. sensor ini terdiri dari 2 buah led dan sebuah photodetektor. Alat ini bekerja menggunakan sifat hemoglobin yang mampu menyerap cahaya dan denyut alami aliran darah di dalam arteri untuk mengukur kadar oksigen pada tubuh. Sebuah alat yang dinamakan probe memiliki sumber cahaya, pendeteksi cahaya, dan mikroprosesor yang dapat membandingkan dan menghitung perbedaan hemoglobin yang kaya akan oksigen dengan yang kekurangan oksigen.

Hemoglobin yang lebih kaya akan oksigen menyerap lebih banyak cahaya inframerah, sedangkan yang tidak memiliki oksigen akan menyerap cahaya merah. Mikroprosesor pada probe menghitung perbedaan kadar oksigen dan mengubah informasi tersebut ke dalam nilai digital. Nilai tersebut kemudian ditaksir untuk menentukan jumlah oksigen yang dibawa oleh darah. Pengukuran penyerapan cahaya relatif dibuat beberapa kali setiap detiknya. Pengukuran tersebut kemudian diproses oleh mesin untuk memberikan gambaran baru setiap 0,5-1 detik.



Gambar 2. 4 Sensor MAX30100

Sumber: <https://how2electronics.com/> (2020)

2.12 OLED Display

OLED merupakan peranti penting dalam teknologi elektroluminensi. Teknologi tersebut memiliki dasar konsep pancaran cahaya yang dihasilkan oleh peranti akibat adanya medan listrik yang diberikan. Teknologi OLED dikembangkan untuk memperoleh tampilan yang luas, fleksibel, murah dan dapat digunakan sebagai layar yang efisien untuk berbagai keperluan layar tampilan.

Jumlah warna dari cahaya yang dipancarkan oleh peranti OLED berkembang dari satu warna menjadi multi-warna. Fenomena ini diperoleh dengan membuat variasi tegangan listrik yang diberikan kepada peranti OLED sehingga peranti tersebut memiliki prospek untuk menjadi peranti alternatif seperti teknologi tampilan layar datar berdasarkan kristal cair.

Struktur OLED terdiri atas lapisan kaca terbuat dari oksida timah-indium yang berfungsi sebagai elektrode positif atau anode, lapisan organik dari diamine aromatik dengan ketebalan 750 nm, lapisan pemancar cahaya yang terbuat dari senyawa metal kompleks misalnya 8-hydroxyquinoline aluminium, dan lapisan elektrode negatif atau katode terbuat dari campuran logam magnesium dan perak dengan perbandingan atom 10:1. Konstruksi keseluruhan lapisan tidak lebih dari 500 nm, artinya OLED sama tipis dengan selembar kertas

Mekanisme kerja OLED yaitu jika pada elektrode diberikan medan listrik, fungsi kerja katode akan turun dan membuat elektron-elektron bergerak dari katode menuju pita konduksi di lapisan organik. Keadaan ini mengakibatkan munculnya lubang (hole) di pita valensi. Anode akan mendorong lubang untuk bergerak menuju pita valensi bahan organik. Keadaan ini mengakibatkan terjadinya proses rekombinasi elektron dan lubang di dalam lapisan organik dimana elektron akan turun dan bersatu dengan lubang lalu memberikan kelebihan energi dalam bentuk foton cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Pada akhirnya akan diperoleh satu jenis pancaran cahaya dengan panjang gelombang tertentu bergantung pada jenis bahan pemancar cahaya yang digunakan.

Pengembangan teknologi OLED di Indonesia tepat dengan realitas yang ada yaitu pengembangan teknologi yang disesuaikan dengan kemampuan anggaran yang terbatas dengan upaya memperoleh hasil yang optimal. Teknologi OLED sebagai layar alternatif dijadikan sebagai bentuk upaya untuk mengejar tertinggalnya teknologi yang ada agar tidak semakin jauh sehingga dapat mengurangi ketergantungan penggunaan produk teknologi dari negara industri maju.

Di Indonesia, beberapa teknologi layar tampilan dengan teknologi OLED sudah masuk ke pasar, mulai dari alat penerangan, alat konsumsi rumah tangga seperti televisi, gadget seperti telepon genggam, papan ketik (keyboard), kamera digital, jam tangan digital, komputer jinjing (laptop), layar komputer, sampai pada alat informasi seperti layar pengumuman di pasar swalayan, bandara, hotel atau rumah sakit.

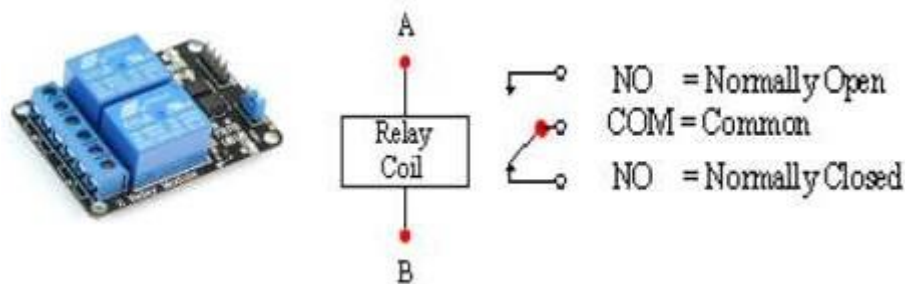


Gambar 2. 5 OLED *Display*

Sumber: <https://lastminuteengineers.com/> (2020)

2.13 Relay

Relay merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar mekanik. Fungsi relay yaitu memisahkan rangkaian listrik tegangan tinggi dengan rangkain listrik tegangan rendah. Relay pada gambar 8 mempunyai lima buah kaki. Dua kaki digunakan untuk mengaktifkan koil. Kedua kaki ini tidak boleh terbalik dalam pemasangannya. Tiga kaki lainnya berfungsi sebagai saklar yang terdiri dari kaki *Common* (COMM), kaki *Normally Open* (NO), dan kaki *Normally Closed* (NC). Dalam keadaan koil tidak dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung ke kaki NC. Dalam keadaan koil dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung dengan kaki NO.



Gambar 2. 6 Modul Relay 2 Channel

Sumber: <http://indomaker.com/> (2019)

2.14 Power Supply

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. *Power supply* atau catu daya adalah suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya suatu perangkat keras lainnya. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.

Power supply/unit catu daya secara efektif harus mengisolasi rangkaian internal dari jaringan utama, dan biasanya harus dilengkapi dengan pembatas arus otomatis atau pemutus bila terjadi beban lebih atau hubung singkat. Bila pada saat terjadinya kesalahan catu daya, tegangan keluaran DC meningkat di atas suatu nilai aman maksimum untuk rangkaian internal, maka daya secara otomatis harus diputuskan.

Power Supply sendiri berfungsi sebagai pengubah dari tegangan listrik AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan (*Direct Current*), karena *hardware* komputer hanya dapat beroperasi dengan arus DC. *Power supply* pada umumnya berupa kotak

yang diletakan dibagian belakang atas *casing*. Besarnya listrik yang mampu ditangani *power supply* ditentukan oleh dayanya dan dihitung dengan satuan Watt.

2.15 Blynk

BLYNK merupakan sebuah aplikasi smartphone baik itu untuk iOS ataupun Android yang digunakan untuk kontrol Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul lainnya yang terhubung dengan internet. Oleh karena itu, Blynk merupakan salah satu aplikasi IoT (Internet of Things) karena digunakan untuk mengendalikan peralatan dari jarak jauh selama peralatan tersebut terhubung dengan internet.

Aplikasi Blynk tidak dikhususkan untuk salah satu modul kontrol tertentu sehingga penggunaannya lebih fleksibel. Penggunaannya pun sangat mudah, hanya dengan menyeret dan meletakkan widget.

Untuk melakukan kendali dengan aplikasi Blynk, beberapa bahan yang harus disiapkan antara lain:

1. Smartphone
2. NodeMCU atau modul lainnya (kali ini saya menggunakan NodeMCU AMICA)
3. Arduino IDE
4. Blynk Arduino Library



Gambar 2. 7 Aplikasi Blynk

Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/> (2017)

BAB III

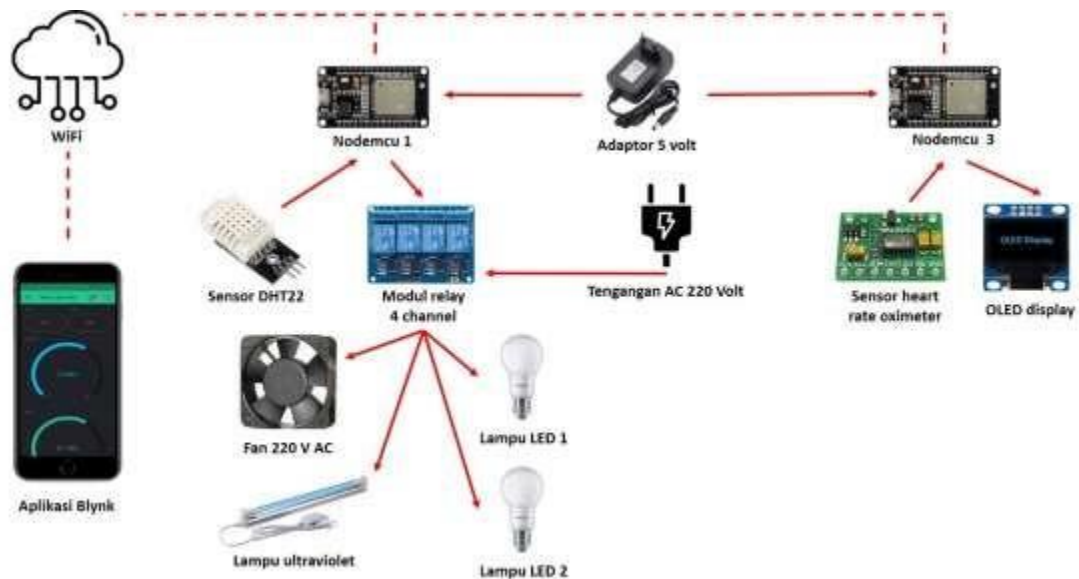
RANCANG BANGUN

Setelah dilakukannya studi literatur berupa data-data informasi dari masing-masing komponen, perancangan perangkat keras dan pembuatan desain aplikasi dilakukan untuk membuat sistem *smart laboratory* yang mudah dilakukan monitor dan kontrol dari jarak jauh dan dapat secara *real time*.

Prototipe *smart laboratory* ini dibagi atas 4 modul antara lain modul 1 digunakan untuk monitoring suhu dan kelembaban, modul 2 digunakan untuk kontrol intensitas cahaya, modul 3 untuk kontrol lampu ultraviolet dan modul 4 untuk mengukur kadar oksigen dalam darah. Keempat modul ini telah terintegrasi ke aplikasi blynk sehingga memudahkan pengguna dalam monitor dan kontrol.

Prototipe ini menggunakan mikrokontroler nodemcu esp8266 dengan membutuhkan *power supply* sebesar 5 volt untuk tegangan DC dan 220 volt tegangan AC untuk modul relay. Prototipe ini dapat dilakukan instalasi langsung di ruangan karena dalam pembuatannya telah menggunakan komponen listrik ruangan seperti lampu AC, kipas AC dan lampu ultraviolet AC. Untuk memudahkan dalam menggabungkan keseluruhan modul, maka peneliti membuat sebuah *mini room* prototipe *smart laboratory*.

3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem



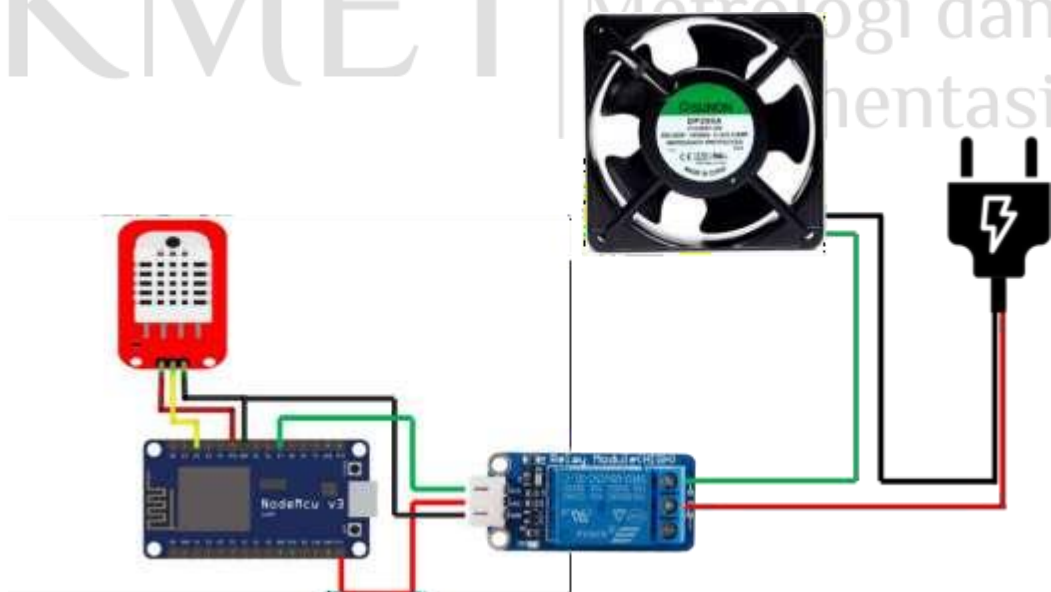
Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Sistem

Sumber: Diolah Penulis (2021)

Prototipe ini dibagi atas 4 modul yang bertujuan untuk mempermudah dalam instalasi rangkaian. Terdapat 2 mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang digunakan. Penggunaan nodemcu lebih dari 1 berkaitan dengan kapasitas maksimum aplikasi blynk untuk satu akun. Aplikasi blynk yang digunakan terbatas untuk 2000 *energy* per akun yang menunjukkan kapasitas maksimum penggunaan komponen untuk *display* keseluruhan sistem IoT yang dibuat. Sedangkan secara keseluruhan prototipe *smart laboratory* ini membutuhkan sekitar 4000 *energy* komponen di blynk. Sebagai alternatif maka dibuatlah 2 akun blynk untuk mendapatkan 4000 *energy* komponen dengan perincian 2000 per akun. Setiap akun akan mengirimkan *autotoken* pada masing-masing NodeMCU ESP8266. Selain itu juga penggunaan 2 mikrokontroler berkaitan dengan lokasi penempatan dari keempat modul. Untuk modul 1,2 dan 3 ditempatkan secara statis didalam ruangan laboratorium sedangkan modul 4 ditempatkan terpisah yang bersifat *mobile* karena menyesuaikan dengan lokasi personel laboratorium. Berikut fungsi dari masing – masing blok diagram di atas :

1. *Power supply* dibutuhkan untuk memberikan *supplay* tegangan 5 V DC pada NodeMCU ESP8266 dan tegangan 220 V AC pada modul relay 4 channel.
2. Mikrokontroller yang digunakan yaitu ada 2 dengan penamaan NodeMCU 1 dan NodeMCU 2. NodeMCU 1 digunakan sebagai mikrokontroller untuk modul 1 yaitu suhu dan kelembaban, modul 2 yaitu intensitas cahaya dan modul 3 yaitu lampu ultraviolet. NodeMCU 2 digunakan sebagai mikrokontroller untuk modul 4 yaitu pengukur kadar oksigen dalam darah.
3. Adapun sensor yang digunakan yaitu sensor DHT22 yang berfungsi sebagai pengukur suhu dan kelembaban ruangan. Sensor MAX30100 berfungsi untuk mengukur kadar oksigen dalam darah.
4. Modul relay digunakan sebagai saklar otomatis yang dapat menghantarkan tegangan 220 V AC untuk menyalakan atau mematikan perangkat listrik seperti kipas angin, 2 buah lampu LED dan lampu ultraviolet sesuai dengan perintah dari mikrokontroller.
5. *Oled display* berfungsi sebagai *display* yang menunjukkan pengukuran nilai kadar oksigen dalam darah.
6. Aplikasi blynk digunakan sebagai room monitoring dan kontrol dari keseluruhan sistem.

3.2 Skematik Modul 1



Gambar 3. 2 Skematik Modul 1

Sumber: Diolah Penulis (2021)

Modul 1 berfungsi untuk melakukan monitoring suhu dan kelembaban serta melakukan kontrol *ON/OFF* kipas angin. Sensor yang digunakan yaitu modul DHT22 yang terhubung langsung ke NodeMCU ESP8266. Nilai suhu dan kelembaban langsung ditampilkan pada aplikasi blynk.



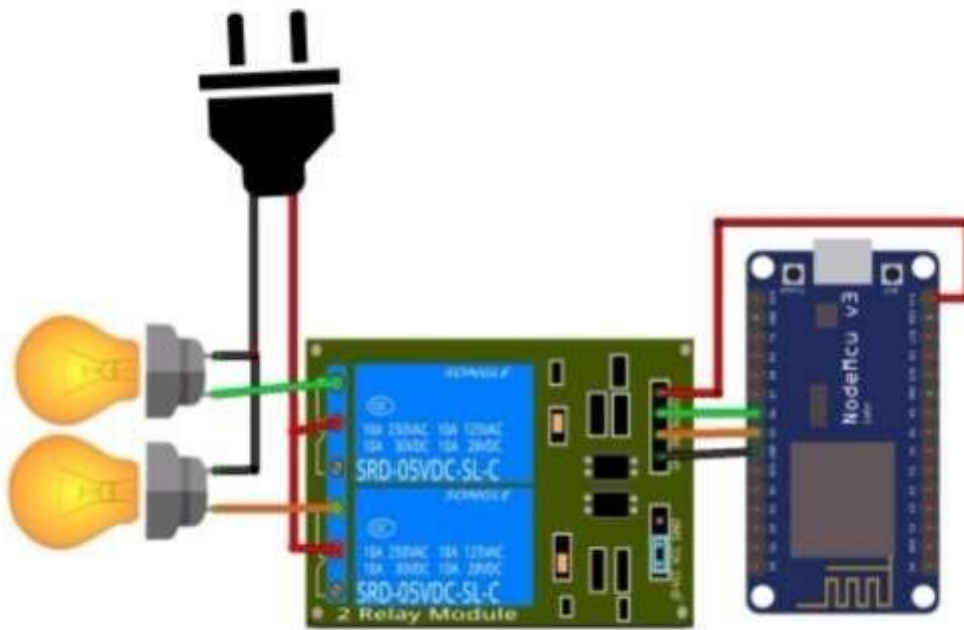
Gambar 3. 3 Tampilan Modul 1 Pada Aplikasi Blynk

Sumber: Diolah Penulis

Terdapat 4 komponen *display* blynk yang digunakan untuk modul 1. Pertama adalah komponen *gauge* untuk *temperature* (suhu) dengan nilai rentang pengukuran $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ yang diperoleh dari datasheet sensor DHT22. Kedua yaitu komponen *gauge* untuk *humidity* (kelembaban) dengan nilai rentang pengukuran 0% sampai 100 % yang diperoleh dari datasheet. Ketiga yaitu *superchart* untuk suhu dan kelembaban agar memudahkan dalam melihat data pengukuran secara *real time* dengan standar resolusi variatif mulai dari tiap 15 menit, 30 menit, 1 jam, 3 jam, 6

jam, 12 jam, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 1 minggu, 2 minggu, 1 bulan, 3 bulan dan 6 bulan. Keempat yaitu komponen *button* untuk kontrol *ON/OFF* kipas angin. Sebenarnya kipas angin ini adalah indikator pengganti *air conditioner/AC*. Artinya rangkaian ini juga akan tetap berfungsi jika output kipas angin 220 Volt AC diganti dengan *air conditioner/AC* saat dilakukan instalasi langsung dalam ruangan laboratorium.

3.3 Skematik Modul 2



Gambar 3. 4 Skematik Modul 2

Sumber: Diolah Penulis

Modul 2 berfungsi untuk melakukan kontrol intensitas cahaya. Terdapat 3 komponen utama yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, modul relay 2 *channel* sebagai *switch ON/OFF* dan penghantar tegangan 220 V AC kepada lampu AC dan terakhir adalah 2 buah lampu LED. Penggunaan 2 lampu LED dengan penamaan Lamp A dan Lamp B yang memiliki daya dan spesifikasi yang sama merupakan alternatif untuk menghemat pemakaian listrik dalam melakukan kontrol intensitas cahaya. Lampu A merupakan lampu utama dalam kondisi awal yang digunakan, ketika pengguna ingin meningkatkan intensitas cahaya maka yang harus dilakukan adalah menyalakan lampu B. maka secara otomatis tingkat pencahayaan akan bertambah 2 kali lebih besar.

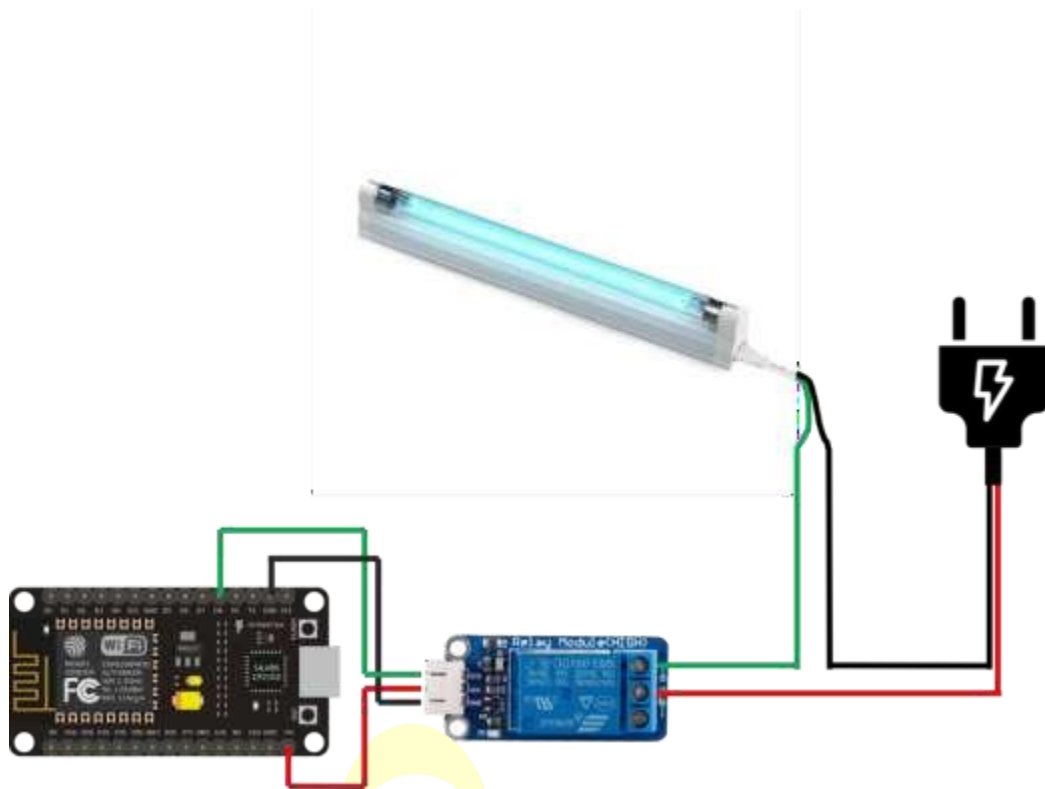


Gambar 3. 5 Tampilan Modul 2 Pada Aplikasi Blynk

Sumber: Diolah Penulis

Pada aplikasi blynk terdapat 2 *button* untuk melakukan kontrol *ON/OFF* terhadap lampu A dan lampu B. tampilan kedua *button* dibuat mirip karena output yang dikontrol juga sama hanya dibedakan oleh inisial di atas *button* yaitu Lamp A dan Lamp B. Ccara melakukan kontrol intensitas cahaya dengan indikator lampu LED yaitu dengan menekan tombol *button* pada Lamp A, Lamp B atau bisa keduanya secara bersamaan. Kemudian sinyal perubahan dari *OFF* ke *ON* ini akan dikirimkan ke mikrokontroller NodeMCU ESP8266. Dalam mikrokontroller telah dilakukan kodingan untuk merespon input dari aplikasi blynk sehingga secara otomatis yang terjadi adalah lampu LED A dan B akan menyala.

3.4 Skematik Modul 3



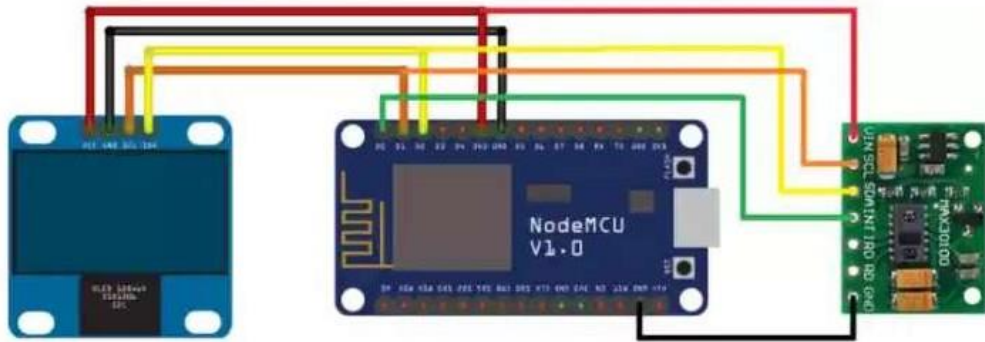
Gambar 3. 6 Skematik Modul 3

Sumber: Diolah Penulis

Modul 3 berfungsi untuk mengontrol ON/OFF lampu ultraviolet. Terdapat 3 komponen utama yang digunakan yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul relay 1 *channel* dan lampu ultraviolet. Lampu ultraviolet berfungsi untuk menghancurkan bakteri dan virus mikroskopik tanpa merusak kulit dan mata manusia. UVC yang mengandung sinar ultraviolet yang dapat menghancurkan mikroorganisme.

Gelombang yang terkandung dalam sinar tersebut disebut bisa menonaktifkan mikroorganisme dengan cara menghancurkan asam nukleat dan mengganggu DNA mereka, sehingga mikroorganisme tidak bisa melakukan fungsi vitalnya. Mutiara Anissa, biomedical scientist dan dosen di Fakultas Biomedis di Indonesia International Institute for Life Sciences menyebutkan bahwa UVC bisa digunakan untuk membunuh virus yang ada di lingkungan sekitar kita. Untuk itu, penggunaan UVC paling tepat adalah ketika ruangan tersebut sedang kosong atau tidak ada manusia yang berkegiatan di dalamnya. Misalnya saat malam hari atau pagi sebelum jam kerja, bisa juga saat jam istirahat siang.

3.5 Skematik Modul 4



Gambar 3. 7 Skematik Modul 4

Sumber: Diolah Penulis

Rangkaian modul 4 yaitu oximeter berfungsi untuk mengukur kadar oksigen dalam darah. Menggunakan sensor MAX30100 yang akan mendeteksi kadar oksigen dalam darah dengan menempatkan salah satu jari tepat pada posisi led sensor. Hasil pengukuran akan langsung ditunjukkan melalui *oled display* dan blynk.

3.6 Flowchart

Secara umum sistem alur kerja dari prototipe smart laboratory dapat dijelaskan dalam *flowchart* berikut ini:



Gambar 3. 8 *Flowchart*

Sumber: Diolah Penulis

Flowchart dari prototipe ini dimulai dari menghubungkan smartphone dengan koneksi internet. Setelah itu pengguna membuka aplikasi blynk dengan *login* sesuai email pada saat pembuatan desain antarmuka *smart laboratory* sebelumnya. Selanjutnya pengguna dapat melakukan monitoring sesuai dengan modul yang ingin ditampilkan seperti monitor suhu dan kelembaban serta mengukur kadar oksigen dalam darah. Terakhir yaitu pengguna juga dapat melakukan kontrol terhadap beberapa komponen listrik seperti intensitas cahaya dari 2 buah lampu LED, lampu ultraviolet dan kipas angin.

3.7 **Prosedur Pengujian**

a. Pengujian Modul 1

1. Langkah pertama untuk melakukan pengujian ini harus memastikan semua perlengkapan terangkai, tersusun dan bekerja dengan benar sehingga terhindar dari kesalahan hasil nilai data yang di sebabkan oleh faktor teknis maupun faktor kesalahan manusia.
2. Langkah berikutnya menuliskan program pada software Arduino dengan menambahkan library.
3. Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian antara nilai yang terukur dari sensor DHT22 dengan nilai yang sebenarnya perbandingan menggunakan termohygrometer ruangan.

b. Pengujian Modul 2

1. Langkah pertama untuk melakukan pengujian ini harus memastikan semua perlengkapan terangkai, tersusun dan bekerja dengan benar sehingga terhindar dari kesalahan hasil nilai data yang di sebabkan oleh faktor teknis maupun faktor kesalahan manusia.
2. Langkah berikutnya menuliskan program pada software Arduino dengan menambahkan library.
3. Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian dengan melihat kondisi output yaitu lampu A dan lampu B ketika diberikan perintah ON/OFF dari aplikasi blynk.

c. Pengujian Modul 3

1. Langkah pertama untuk melakukan pengujian ini harus memastikan semua perlengkapan terangkai, tersusun dan bekerja dengan benar sehingga terhindar dari kesalahan hasil nilai data yang di sebabkan oleh faktor teknis maupun faktor kesalahan manusia.
2. Langkah berikutnya menuliskan program pada software Arduino dengan menambahkan library.
3. Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian dengan melihat kondisi output yaitu lampu ultraviolet ketika diberikan perintah ON/OFF dari aplikasi blynk.

d. Pengujian Modul 4

1. Langkah pertama untuk melakukan pengujian ini harus memastikan semua perlengkapan terangkai, tersusun dan bekerja dengan benar sehingga terhindar dari kesalahan hasil nilai data yang di sebabkan oleh faktor teknis maupun faktor kesalahan manusia.
2. Langkah berikutnya menuliskan program pada software Arduino dengan menambahkan library.
3. Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian dengan melihat kondisi output yaitu tampilan di blynk dari hasil pengukuran kadar oksigen dalam darah dibandingkan dengan oximeter yang telah ada izin peredaran oleh KEMENKES RI AKL 20502918057.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Konstruksi Prototipe

Telah dibuat prototipe *smart laboratory* dengan konsep IoT untuk kesehatan manusia. Terdapat 4 modul yaitu modul 1 (suhu, kelembaban dan kipas angin), modul 2 (intensitas cahaya), modul 3 (lampu ultraviolet) dan modul 4 (kadar oksigen dalam darah). Rangkaian keempat modul dilakukan instalasi didalam *room* prototipe.

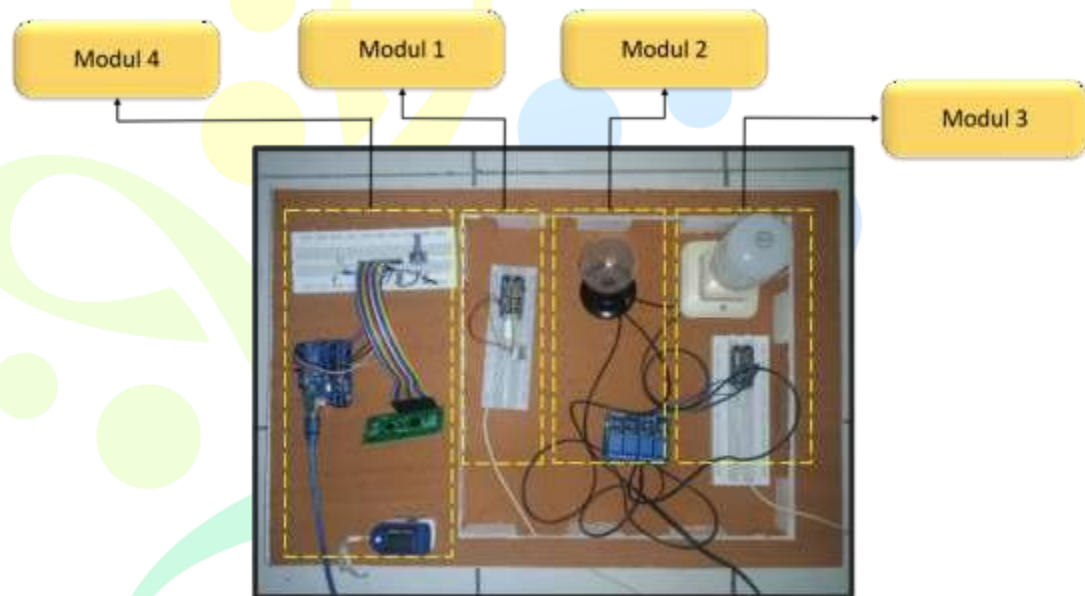


Gambar 4. 1 *Mini Room* Prototipe

Sumber: Diolah Penulis

AKMET | Akademi
Metrologi dan
Instrumentasi

Adapun komponen-komponen penyusun rangkaian elektronika prototipe *smart laboratory* ini antara lain :



Gambar 4. 2 Komponen Rangkaian Elektronika *Smart Laboratory*

Sumber: Diolah Penulis

1. Mikrokontroller NodeMCU ESP8266
2. Sensor DHT22
3. Sensor MAX30100
4. OLED display
5. Modul relay 4 channel
6. Lampu LED
7. Lampu ultraviolet
8. Kipas angin

Akademi
Metrologi dan
Instrumentasi

4.2 Hasil Pengujian Modul 1



Gambar 4. 3 Pengujian Modul 1

Sumber: Diolah Penulis

Dalam pengujian tersebut maka dapat disimpulkan dan mendapatkan sebuah catatan yang dapat dilihat hasil pembacaan sensornya. Sehingga pengujian sensor dapat terlihat seberapa efektif pembacaannya maupun kinerja dari sensor tersebut. Dengan adanya catatan ini dapat mempermudah untuk memahami seberapa efektif pembacaan sensor tersebut. Catatan pembacaan sensor ini secara tertulis berupa tabel seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengujian Modul 1

Percobaan ke	Pengujian			
	Suhu (°C)		Kelembaban (%)	
	DHT22	Termohygro	DHT22	Termohygro
1	23.7	22.9	63	58
2	23.7	22.9	63	59
3	23.7	22.9	62	59
4	23.8	22.9	63	59
5	23.8	23.0	64	59
6	23.8	23.0	64	60
7	23.8	23.0	64	61
8	23.8	23.0	64	61
9	24.0	23.0	64	61
10	24.0	23.0	64	61
Rata-rata	23.8	22.9	63.5	59.8
Standar deviasi	0.0484	0	0.6708	1.077

Sumber: Diolah Penulis

a. Rumus perhitungan rata – rata :

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{n}$$

b. Rumus perhitungan standart deviasi :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

c. Rumus Persentase Ketepatan :

$$\% \text{ Ketepatan} = \left| 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \right| \times 100 \%$$

Keterangan : μ = Nilai Rata-rata

x_1 = Data ke-1

σ = Standard Deviasi

x_n = Data ke-n

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{n}$$

$$= 63.5 \%$$

j. Perhitungan rata-rata kelembaban dengan hygrometer

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{n}$$

$$= 59.8 \%$$

k. Perhitungan standart deviasi kelembaban pada sensor DHT22

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = 0.6708 \%$$

l. Perhitungan standart deviasi kelembaban pada hygrometer

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = 1.077 \%$$

m. Perhitungan persentase ketepatan pengujian kelembaban

$$\% \text{ Ketepatan} = |1 - \left| \frac{63.5 - 59.8}{59.8} \right| | \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = |1 - \left| \frac{63.5 - 59.8}{59.8} \right| | \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = |1 - 0.061| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = 94.00$$

Dari data tabel di atas kita dapat melihat hasil dari perbandingan dan menyimpulkan bahwa :

Pada pengujian suhu antara sensor DHT22 dengan hygrometer memiliki persentase ketepatan pengukuran sebesar 96.22 %. Sedangkan untuk pengukuran kelembaban diperoleh persentase ketepatan sebesar 94 %. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pengukuran yang dilakukan menggunakan modul 1 dengan sensor DHT22 akan memberikan nilai error suhu sebesar 3.78 % dan kelembaban sebesar 6 %.

Spesifikasi laboratorium standar ukuran untuk besaran massa yaitu memiliki temperatur ruangan 18 – 25 °C dan kelembaban ruangan 40 – 60 %. Dari hasil pengukuran menggunakan alat standar hygrometer menunjukkan bahwa laboratorium yang menjadi sampel pengujian telah memenuhi syarat dari spesifikasi laboratorium standar ukuran untuk besaran massa. Sedangkan ketika dilakukan pengukuran dengan sensor DHT22 menunjukkan kondisi tidak ideal pada pengukuran kelembaban karena melebihi rentang dari spesifikasi yang diinginkan. Hal ini terjadi karena terdapat nilai error sebesar 6 % dari setiap pengukuran kelembaban.

Untuk mendapatkan pengukuran yang sesuai dengan hasil pengukuran alat standar yaitu hygrometer maka sensor yang digunakan perlu diganti karena setiap jenis sensor suhu dan kelembaban memiliki nilai eror berbeda. Selain itu terdapat faktor lain yang mempengaruhi hasil pengujian yaitu desain modul 1 yang hanya menggunakan PCB polos/bolong yang dilakukan penyolderan secara manual untuk keseluruhan proses perakitan modul 1. Penggunaan PCB polos memberikan potensi lebih besar terkait hasil solderan yang tidak rapi yang nantinya mempengaruhi jumlah penumpukan timah. Secara tidak langsung ini juga akan memberikan pengaruh terhadap besar nilai hambatan pada rangkaian. Terakhir yaitu mengenai powersupply yang digunakan, pada alat hygrometer sumber tegangan yang digunakan yaitu *battery (portable)* sedangkan pada modul 1 menggunakan *supply* tegangan dari laptop yang dihubungkan melalui USB.

4.3 Hasil Pengujian Modul 2

Pengujian modul 2 dilakukan untuk mengetahui 2 lampu LED sudah bekerja dan dapat dilakukan pengontrolan ON/OFF melalui aplikasi blynk. Langkah-langkah pengujian modul 2 adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan kedua lampu LED pada modul relay dan hubungkan relay pada pin mikrokontroler NodeMCU dengan kabel menuju pin yang sudah ditentukan.
2. Nyalakan komputer dan jalankan program Arduino IDE, kemudian hubungkan kabel USB ke NodeMCU dan hubungkan kabel dengan tegangan 220 V AC ke modul relay.
3. Selanjutnya upload program untuk melakukan kontrol intensitas cahaya.

Dari langkah-langkah yang dilakukan diatas dihasilkan pengujian modul 2 yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 4 Pengujian Modul 2

Dalam pengujian tersebut maka dapat disimpulkan dan mendapatkan sebuah catatan yang dapat dilihat hasil pengontrolan dari aplikasi blynk. Sehingga pengujian modul 2 ini dapat terlihat seberapa efektif kinerja dari pegontrolan jarak jauh tersebut. Catatan pembacaan sensor ini secara tertulis berupa tabel seperti pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Pengujian Modul 2

Kondisi	Button A	Button B	Lampu A	Lampu B
1	ON	OFF	nyala	mati
2	OFF	ON	mati	nyala
3	ON	ON	nyala	nyala
4	OFF	OFF	mati	mati

Sumber : Diolah Penulis

Pengujian intensitas cahaya dilakukan dengan cara memberikan 4 variasi kondisi untuk button A dan button B pada tampilan aplikasi blynk. Pertama, button A diberikan kondisi ON dan button B OFF sehingga lampu A kondisinya menjadi nyala sedangkan lampu B mati. Kedua yaitu button A diberikan kondisi OFF dan button B ON sehingga lampu A kondisinya mati dan lampu B nyala. Ketiga yaitu button A diberikan kondisi ON dan button B ON maka kondisi lampu A dan lampu B nyala. Terakhir yaitu button A diberikan kondisi OFF dan button B juga OFF sehingga kondisi lampu A dan lampu B mati. Lampu A dan lampu B merupakan tipe lampu yang sama yaitu LED dengan daya 15 watt.

Penggunaan 2 lampu dalam pengontrolan intensitas cahaya didefinisikan sebagai peningkatan kondisi intensitas cahaya ketika dari kondisi hanya satu lampu yang menyala menjadi dua lampu yang menyala disesuaikan dengan kebutuhan pengguna laboratorium. Terdapat 2 alternatif dalam melakukan pengontrolan intensitas cahaya dari sisi pembuatan rangkaian yang pertama yaitu menggunakan satu lampu pijar dengan penambahan komponen AC light dimmer 220V PWM module max 5A zero crossing detector Arduino. Penggunaan lampu pijar memang memiliki keunggulan antara lain dapat mengatur intensitas mulai rentang nilai 0-100 pada aplikasi blynk yang memiliki definisi bahwa nilai 0 berarti lampu dalam keadaan mati dan nilai 100 berarti lampu dalam kondisi intensitas maksimum. Selain itu juga lampu pijar memiliki harga di pasaran jauh lebih murah apabila dibandingkan dengan jenis lampu lainnya. Namun disisi lain memiliki kelemahan yang pertama yaitu tidak efisien dalam penggunaan listrik dikarenakan energi yang digunakan cukup besar. kedua yaitu panas yang dihasilkan cukup besar. Pada beberapa kondisi, panas yang dihasilkan oleh bohlam digunakan sebagai pemanas ruangan untuk kandang hewan. ketiga yaitu kaca yang rawan pecah dapat melukai orang yang berada disekitarnya.

Alternatif kedua yaitu menggunakan lampu LED dengan beberapa buah. Disini digunakan 2 buah lampu LED dengan daya 15 watt. Ketika menggunakan lampu LED maka secara otomatis tidak perlu menggunakan komponen tambahan AC *light dimmer* 220V PWM *module max 5A zero crossing detector* Arduino. Keunggulan penggunaan lampu LED dalam modul intensitas cahaya antara lain lampu LED tidak memerlukan waktu warm-up (pemanasan) untuk mendapatkan terang yang maksimal, efisiensi listrik yang paling tinggi diantara jenis-jenis lampu lainnya, energi yang dibutuhkan hanya sekitar 10% dari lampu pijar, dapat disetel untuk berubah warna, dikarenakan

bentuknya hanya merupakan dioda kecil, maka volume lampu jauh lebih kecil, dan dapat diletakkan dimanapun, fleksibilitas lampu, tahan lama, tidak mengandung bahan berbahaya serta temperature lampu yang lebih dingin dibandingkan jenis lampu lain sehingga tidak merusak rumah lampu atau area disekitar lampu. Disisi lain juga memiliki kekurangan yaitu membutuhkan beberapa buah lampu LED untuk mengontrol secara keseluruhan lampu dengan variasi *ON/OFF* sesuai kebutuhan pengguna.

Pengontrolan kedua lampu untuk intensitas cahaya berbasis IoT telah berhasil dilakukan karena setiap perubahan kondisi di tampilan aplikasi blynk dengan variasi *ON/OFF* telah memberikan keluaran yang sesuai pada kedua lampu apakah nyala atau mati.

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan ruang. Ruang yang telah dirancang tidak dapat memenuhi fungsinya dengan baik apabila tidak disediakan akses pencahayaan. Pencahayaan di dalam ruang memungkinkan orang yang menempatnya dapat melihat benda-benda. Tanpa dapat melihat benda-benda dengan jelas maka aktivitas di dalam ruang akan terganggu. Sebaliknya, cahaya yang terlalu terang juga dapat mengganggu penglihatan. Kualitas penerangan yang tidak memadai berefek buruk bagi fungsi penglihatan, psikologis serta aktivitas kerja. Bila kuat penerangan berkurang maka suasana kerja menjadi kurang nyaman dan untuk pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi menjadi sulit untuk dikerjakan.

Penggunaan sistem pencahayaan yang tidak efektif dan efisien dapat menurunkan produktifitas, kenyamanan, serta menyebabkan pemborosan energi pada ruang. Perancangan sistem kontrol pencahayaan dalam ruang mampu mengidentifikasi kuat penerangan dalam ruang terhadap pembacaan iluminasi ruang. Kecukupan nilai intensitas cahaya dalam ruangan dapat dipenuhi dari penerangan alami dan penerangan buatan (lampu penerangan). Pemenuhan nilai kecukupan berdasarkan peraturan menteri perburuhan No. 7 Th. 1964 tentang standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), standar kecukupan intensitas cahaya berkisar antara 250 – 300 lux untuk ruang administrasi dan kegiatan laboratorium halus antara 500 - 1000 LUX. Metode pengukuran dan analisa hasil mengacu pada Standar

Nasional Indonesia (SNI) No. 16-7062-2004 yaitu menggunakan metode pengukuran 2 dan 3.

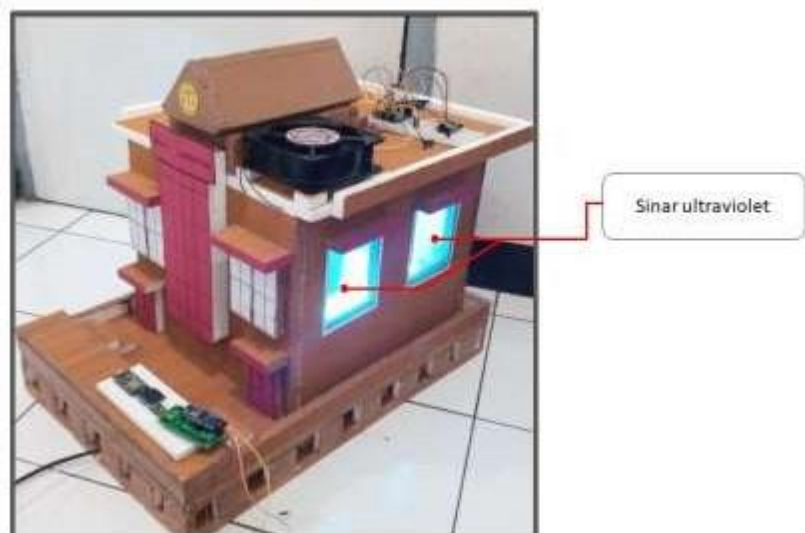
Nilai intensitas cahaya dalam pengujian modul 2 ini tidak dilakukan pengukuran karena hanya berfokus pada kontrol intensitas cahaya dari penggunaan beberapa lampu.

4.4 Hasil Pengujian Modul 3

Pengujian modul 3 yaitu kontrol lampu ultraviolet dilakukan untuk mengetahui lampu ultraviolet sudah bekerja dan dapat dilakukan pengontrolan *ON/OFF* melalui aplikasi blynk. Langkah-langkah pengujian modul 3 adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan lampu ultraviolet pada modul relay dan hubungkan relay pada pin mikrokontroler NodeMCU dengan kabel menuju pin yang sudah ditentukan.
2. Nyalakan komputer dan jalankan program Arduino IDE, kemudian hubungkan kabel USB ke NodeMCU dan hubungkan kabel dengan tegangan 220 volt AC ke modul relay.
3. Selanjutnya upload program untuk melakukan kontrol ON/OFF lampu ultraviolet.

Dari langkah-langkah yang dilakukan diatas dihasilkan pengujian modul 3 yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 5 Pengujian Modul 3

Sumber: Diolah Penulis

Dalam pengujian tersebut maka dapat disimpulkan dan mendapatkan sebuah catatan yang dapat dilihat hasil pengontrolan dari aplikasi blynk. Sehingga pengujian modul 3 ini dapat terlihat seberapa efektif kinerja dari pengontrolan jarak jauh tersebut. Catatan pembacaan sensor ini secara tertulis berupa tabel seperti pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4. 3 Pengujian Modul 3

Kondisi	Button	Lampu Ultraviolet
1	ON	Nyala
2	OFF	Mati

Sumber: Diolah Penulis

Pengujian modul 3 untuk pengontrolan lampu ultraviolet dilakukan dengan memberikan 2 kondisi button yaitu kondisi pertama dengan diberikan kondisi button *ON* dan keluarannya berupa lampu ultraviolet dengan kondisi menyala. Kedua yaitu diberikan kondisi button *OFF* dan keluarannya berupa lampu ultraviolet dengan kondisi mati. Sinar ultraviolet atau UV dari sinar matahari dianggap ampuh untuk membunuh segala macam bakteri. Beberapa keunggulan dari penggunaan lampu ultraviolet antara lain sterilizer yaitu disinfektan alternative yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan bau serta tidak akan menyebabkan karat. Sinar Uv juga dapat mencegah virus bakteri, lampu ini efektif membersihkan barang-barang atau aksesoris yang sering terpapar, seperti alat-alat laboratorium dan sebagainya. Selain itu juga tetap melakukan pencegahan paling efektif dengan mencuci tangan untuk membunuh bakteri di tangan.

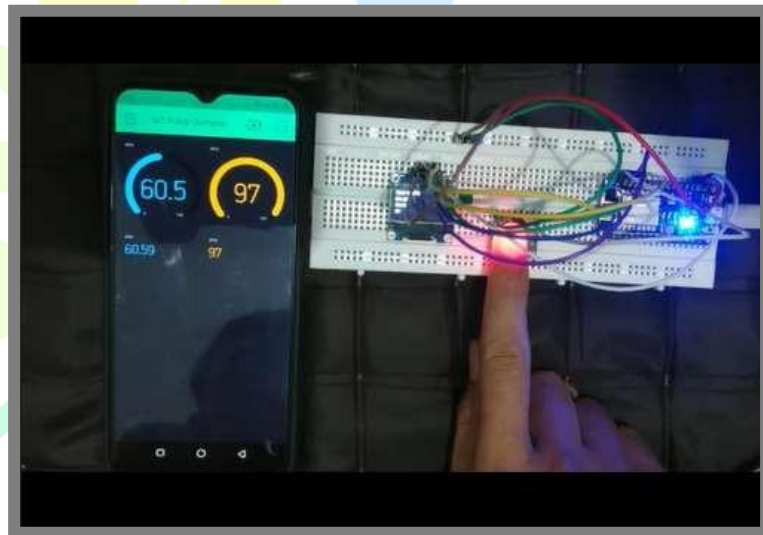
Dalam prototipe ini peneliti tidak berfokus pada pengujian modul 3 kontrol lampu ultraviolet untuk melihat manfaat lampu ini buat kesehatan tetapi hanya terbatas kepada fungsi *ON/OFF* ketika dilakukan kontrol jarak jauh menggunakan aplikasi blynk.

4.5 Hasil Pengujian Modul 4

Pengujian modul 4 yaitu pengukuran kadar oksigen dalam darah dilakukan untuk mengetahui sensor sudah bekerja dan dapat mengukur kadar oksigen dalam darah dan perbandingan terhadap alat sensor oximeter oximeter yang telah ada izin peredaran oleh KEMENKES RI AKL 20502918057. Langkah-langkah pengujian modul 4 adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan sensor MAX30100 pada pin Mikrokontroler NodeMCU dengan kabel menuju pin yang sudah ditentukan.
2. Nyaakan komputer dan jalankan program Arduino IDE, kemudian hubungkan kabel USB ke NodeMCU,
3. Selanjutnya upload program untuk mengukur kadar oksigen dalam darah.

Dari langkah-langkah yang dilakukan diatas dihasilkan pengujian sensor DHT22 yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 6 Pengujian Modul 4

Dalam pengujian tersebut maka dapat disimpulkan dan mendapatkan sebuah catatan yang dapat dilihat hasil pembacaan sensornya. Sehingga pengujian sensor dapat terlihat seberapa efektif pembacaannya maupun kinerja dari sensor tersebut. Dengan adanya catatan ini dapat mempermudah untuk memahami seberapa efektif pembacaan sensor tersebut. Catatan pembacaan sensor ini secara tertulis berupa tabel seperti pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4. 4 Pengujian Modul 4 untuk pengambilan nilai saturasi oksigen sebelum dan sesudah melakukan latihan fisik akut lari *sprint* 100 meter

Pengujian ke-	Sebelum latihan fisik akut lari <i>sprint</i> 100 meter		Setelah latihan fisik akut lari <i>sprint</i> 100 meter	
	Sensor MAX30100 (%SpO2)	Oximeter Standar (%SpO2)	Sensor MAX30100 (%SpO2)	Oximeter Standar (%SpO2)
1	97	97	98	98
2	97	97	98	99
3	97	97	98	99
4	97	97	99	99
5	97	97	99	99
6	97	97	99	99
7	97	97	99	99
8	97	97	99	99
9	98	97	98	99
10	98	97	99	99
Rata-rata	97.2	97	98.6	98.9

Standar deviasi	0.421637	0	0.516398	0.316228
Ketepatan	99.79 %	-	99.69 %	-

Sumber: Diolah Penulis

1. Perhitungan nilai saturasi oksigen sebelum melakukan latihan fisik akut lari sprint 100 meter

a. Rumus perhitungan rata – rata :

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{n}$$

b. Rumus perhitungan standart diviasi :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

c. Rumus persentase ketetapan :

$$\% \text{ Ketepatan} = \left| 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \right| \times 100 \%$$

Keterangan : μ = Nilai Rata-rata

σ = Standard Deviasi

n = Banyaknya data

Keterangan : μ = Nilai Rata-rata

σ = Standard Deviasi

n = Banyaknya data

x_1 = Data ke-1

x_n = Data ke-n

x_i = Data ke-i

x_1 = Data ke-1

x_n = Data ke-n

x_i = Data ke-i

Y_n = Hasil rata – rata pengukuran dengan oximeter standar.

X_n = Nilai rata – rata yang terbaca sensor MAX30100.

d. Perhitungan rata-rata sensor MAX30100.

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}}{n} \\ &= \frac{97+97+97+97+97+97+97+97+98+98}{10} \\ &= 97.2 \% \end{aligned}$$

e. Perhitungan rata-rata oximeter standar

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}}{n}$$

$$= \frac{97+97+97+97+97+97+97+97+97+97}{10}$$

$$= 97 \%$$

f. Perhitungan standart deviasi pada sensor MAX30100

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}}$$

$$\sigma = 0.42164$$

g. perhitungan standart deviasi pada oximeter standar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}}$$

$$\sigma = 0$$

h. Perhitungan persentase ketepatan

$$\% \text{ Ketepatan} = \left| 1 - \left| \frac{97 - 97.2}{X_n} \right| \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = \left| 1 - \left| \frac{97 - 97.2}{97.2} \right| \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = |1 - 0.9979| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = 99.79 \%$$

2. Perhitungan nilai saturasi oksigen setelah melakukan latihan fisik akut lari sprint 100 meter

a. Perhitungan rata-rata sensor MAX30100.

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}}{n}$$

$$= \frac{98+98+98+99+99+99+99+99+98+99}{10}$$

$$= 98.6 \%$$

b. Perhitungan rata-rata oximeter standar

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}}{n}$$

$$= \frac{98+99+99+99+99+99+99+99+99+99}{10}$$

$$= 98.9 \%$$

c. Perhitungan standart deviasi pada sensor MAX30100

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = 0.5164$$

d. Perhitungan standar deviasi pada oximeter standar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = 0.31623$$

e. Perhitungan persentase ketepatan

$$\% \text{ Ketepatan} = \left| 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = \left| 1 - \left| \frac{98.9 - 98.6}{98.6} \right| \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = |1 - 0.9969| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ketepatan} = 99.69$$

Dari data tabel di atas kita dapat melihat hasil dari perbandingan dan menyimpulkan bahwa pada pengujian sensor MAX30100 dengan perbandingan oximeter standar dilakukan pengambilan sampel pada dua kondisi untuk melihat respon dari modul 4 yang menggunakan sensor MAX30100, kondisi pertama yaitu pengambilan nilai saturasi oksigen sebelum melakukan latihan fisik akut lari sprint 100 meter dan kondisi kedua yaitu pengambilan nilai saturasi oksigen setelah melakukan latihan fisik akut lari sprint 100 meter. Terdapat peningkatan nilai saturasi oksigen sebelum latihan fisik dibandingkan dengan setelah latihan fisik berdasarkan data nilai rata-rata saturasi oksigen. Hal ini terjadi karena makin berat aktivitas kerja yang dilakukan makin tinggi konsumsi oksigennya (Mulyantini, 2014).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Prototipe *smart laboratory* dibuat dengan melakukan desain pada perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk perangkat keras menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 beserta komponen lain seperti sensor DHT22 dan sensor MAX30100. Sedangkan untuk perangkat lunak menggunakan aplikasi blynk sebagai *display* dari keseluruhan modul IoT sehingga dapat dimonitor dan kontrol melalui *smartphone* secara jarak jauh.
- b. Pada pengujian modul 1 yang dibandingkan dengan alat standar hygrometer diperoleh nilai ketepatan pengujian suhu sebesar 96,22% dan kelembaban sebesar 94,00%. Pengujian modul 2 dengan menggunakan 2 lampu LED sebagai indikator intensitas cahaya telah beroperasi sesuai perintah dari aplikasi blynk. Pengujian modul 3 untuk mengendalikan lampu ultraviolet telah beroperasi sesuai perintah dari aplikasi blynk. Untuk pengujian modul 4 yang dibandingkan dengan alat standar oximeter yang memiliki izin edar KEMENKES diperoleh nilai ketepatan pengukuran sebesar 99.79% sebelum melakukan latihan fisik akut dan 99.69% setelah melakukan latihan fisik akut.

5.2 Saran

Pada pengerjaan prototipe *smart laboratory* untuk kesehatan manusia berbasis IoT ini, masih banyak hal yang dapat diperbaiki dan dikembangkan. Berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan prototipe ini, antara lain:

- a. Melakukan kontrol suhu dan kelembaban melalui platform IoT
- b. Melakukan pengukuran nilai intensitas cahaya menggunakan lux qmeter

DAFTAR PUSTAKA

Andrew M. Luks., Erik R. Swenson, *Pulse Oximetry for Monitoring Patients with COVID-19 at Home: Potential Pitfalls and Practical Guidance*, June, 2020.

Ariyadi, T., dan Dewi, S.S., 2009, Pengaruh Sinar Ultra Violet terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus sp* Sebagai Bakteri Kontaminan, *Jurnal Kesehatan*, Vol.2, No. Alcamo, I.E., 19

Casely, D. dan Kumar, K. 2001. *Project Monitoring and Evaluation in Agriculture*. Baltimore

Corie I. Prasasti, Sudarmaji, Dan R. A.(2013). *Pemrograman Arduino dan Android Dengan App Inventor*. *Jurnal Kesling*, 7(1).

Hendriyanto, O.H., 2015, Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan terhadap Reduksi Jumlah Bakteri *E.coli*, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vol. 2 No. 1.

Metcalf dan Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, McGraw-Hill, New York

Pudjaatmaka, A. H. 2002. *Kamus Kimia*. Balai Pustaka, Jakarta.

Ratna dan Siri, H., 1990, *Milrobiologi Dasar Dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*, PT Gramadia, Jakarta.

S. DeMeulenaere, "Pulse Oximetry: Uses and Limitations," *J. Nurse Pract.*, 2007.

U. Salamah, "Rancang Bangun Pulse Oximetry Menggunakan Arduino Sebagai Deteksi Kejenuhan Oksigen Dalam Darah," *J. Penelit. Fis. dan Apl.*, 2016.

W. S. Johnston, "Development of a Signal Processing Library for Extraction of SpO₂ , HR , HRV , and RR from Photoplethysmographic Waveforms," 2006.