

**SISTEM MONITORING TEMPERATUR DAN  
HUMIDITY PADA RUANG TERMINASI KUBIKEL 20 KV  
GARDU BANDAR UDARA SOEKARNO-HATTA**

*Temperature and Humidity Monitoring System in the 20 KV Cubicle  
Termination Room of the  
Soekarno-Hatta Airport Substation*

**SKRIPSI**

**Disusun sebagai syarat kelulusan pendidikan pada program studi  
Strata 1 Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP**

**Disusun oleh:**

**Bayu Sulistiono**

**2114227038**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP BANDUNG**

**2024**



UNIVERSITAS SANGGA  
BUANA

Jl. PH.H. Mustofa No.68  
Bandung, 40124

FORMULIR LEMBAR  
PENGESAHAN

No. Revisi	01
Berlaku Efektif	Februari 2024

LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI  
SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA RUANG  
TERMINASI KUBIKEL 20 KV GARDU BANDAR UDARA  
SOEKARNO-HATTA

*Suhu and Kelembaban Monitoring System in the 20 KV Cubicle Termination Room of the  
Soekarno-Hatta Airport Substation*

Disusun oleh:

**BAYU SULISTIONO**

**2114227038**

Telah disetujui dan disahkan sebagai Skripsi Program S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sangga Buana YPKP

Bandung, Februari 2024

Disahkan Oleh:

Pembimbing 1

**Ivany Sarief, S.T., M.T.**

**NIK: 432.200.122**



UNIVERSITAS SANGGA  
BUANA

Jl. P.H. Mustofa No.68  
Bandung, 40124

FORMULIR LEMBAR  
PENGESAHAN

No. Revisi	01
Berlaku Efektif	Februari 2024

Penguji 1


Ir. Rudy Gunawan, M.T.  
NIK : 432.200.181

Penguji 2

Nina Lestari, S.T., M.T.  
NIK: 432.200.123

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Elektro

Ivany Sarief, S.T., M.T.  
NIK: 432.200.122

	<b>UNIVERSITAS SANGGA BUANA</b>	<b>FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN</b>	
	<b>Jl. PH.H. Mustofa No.68 Bandung, 40124</b>	<b>No. Revisi</b>	<b>01</b>
		<b>Berlaku Efektif</b>	<b>Februari 2024</b>

**LEMBAR PENGESAHAN ORISINALITAS**

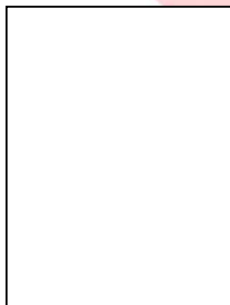
Nama : Bayu Suliationo  
NIM : 21144227038  
Alamat : Cangkep Lor RT 003 RW 006 Kelurahan Cangkep Kecamatan Purworejo  
Kabupaten Purworejo  
No. Telp/HP : +62813-5417-5750  
E-Mail : [bayualfatihsorayaramadhan@gmail.com](mailto:bayualfatihsorayaramadhan@gmail.com)

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinali saya sendiri, dengan judul:

**SISTEM MONITORING TEMPERATUR DAN HUMIDITY PADA RUANG  
TERMINASI KUBIKEL 20 KV GARDU BANDAR UDARA SOEKARNO-  
HATTA**

*Temperature and Humidity Monitoring System in the 20 KV Cubicle Termination Room of  
the  
Soekarno-Hatta Airport Substation*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslilan.



Bandung, 1 Februari 2024

Bayu Sulistiono



## ABSTRAK

Kubikel 20 kV merupakan peralatan penyaluran energi listrik yang dialiri dengan tegangan 20 kV yang mana pada tegangan 20 kV ini tergolong dengan tegangan menengah yang sangat berbahaya apabila terjadi gangguan. Setiap kubikel selalu dilengkapi dengan sarana penunjang berupa *heater*, yaitu alat untuk memanaskan udara di dalam kubikel agar nilai kelembaban sesuai dengan standar pada ruang terminasi, namun *heater* pada kondisi suhu beranjak naik akibat beban atau arus yang besar tidak bisa menjadi alat bantu, justru panas yang dikeluarkan oleh heater tersebut menyebabkan kenaikan tingkat uap air jenuh udara yang ada di dalam kubikel tersebut. Kondisi ini akan meningkatkan nilai kelembaban yang bisa menyebabkan terjadinya korona dan kegagalan isolasi udara..

Salah satu gangguan yang terjadi pada kubikel 20 kV adalah pada saat kondisi suhu dan kelembaban yang tinggi, maka suatu saat akan timbul uap air yang menempel pada dinding kubikel sehingga dapat mempengaruhi terjadinya korona [1]. Kondisi munculnya korona merupakan peristiwa yang terjadi ketika udara disekitar penghantar atau konduktor mengalami ionisasi sehingga terjadi pelepasan muatan.

Kata Kunci:

Monitoring system , Suhu dan Kelembaban, Bandara, *Internet of Things*

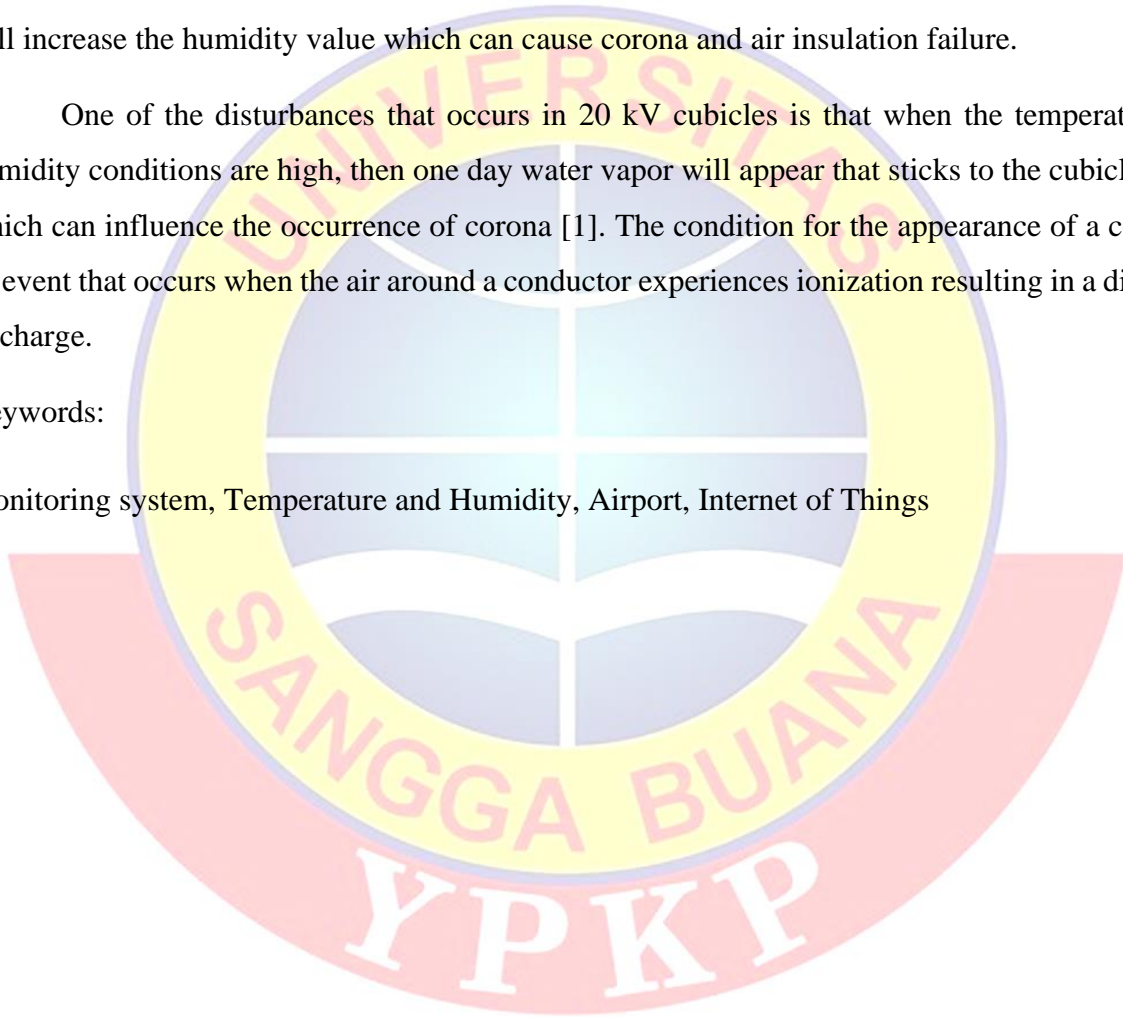
## ABSTRACT

A 20 kV cubicle is electrical energy distribution equipment that is supplied with a voltage of 20 kV, which at a voltage of 20 kV is classified as medium voltage which is very dangerous if a disturbance occurs. Each cubicle is always equipped with supporting facilities in the form of a heater, which is a tool for heating the air in the cubicle so that the humidity value is in accordance with the standards in the termination room, but the heater when the temperature rises due to large loads or currents cannot be used as a supporting tool, instead the heat increases. released by the heater causes an increase in the level of saturated water vapor in the air in the cubicle. This condition will increase the humidity value which can cause corona and air insulation failure.

One of the disturbances that occurs in 20 kV cubicles is that when the temperature and humidity conditions are high, then one day water vapor will appear that sticks to the cubicle walls, which can influence the occurrence of corona [1]. The condition for the appearance of a corona is an event that occurs when the air around a conductor experiences ionization resulting in a discharge of charge.

Keywords:

Monitoring system, Temperature and Humidity, Airport, Internet of Things



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkah dan rahmat karunia-Nya, peneliti dapat mengikuti Skripsi di Universitas Sangga Buana pada tahun 2023. Dalam proses penyusunan proposal penelitian ini peneliti banyak mendapatkan bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

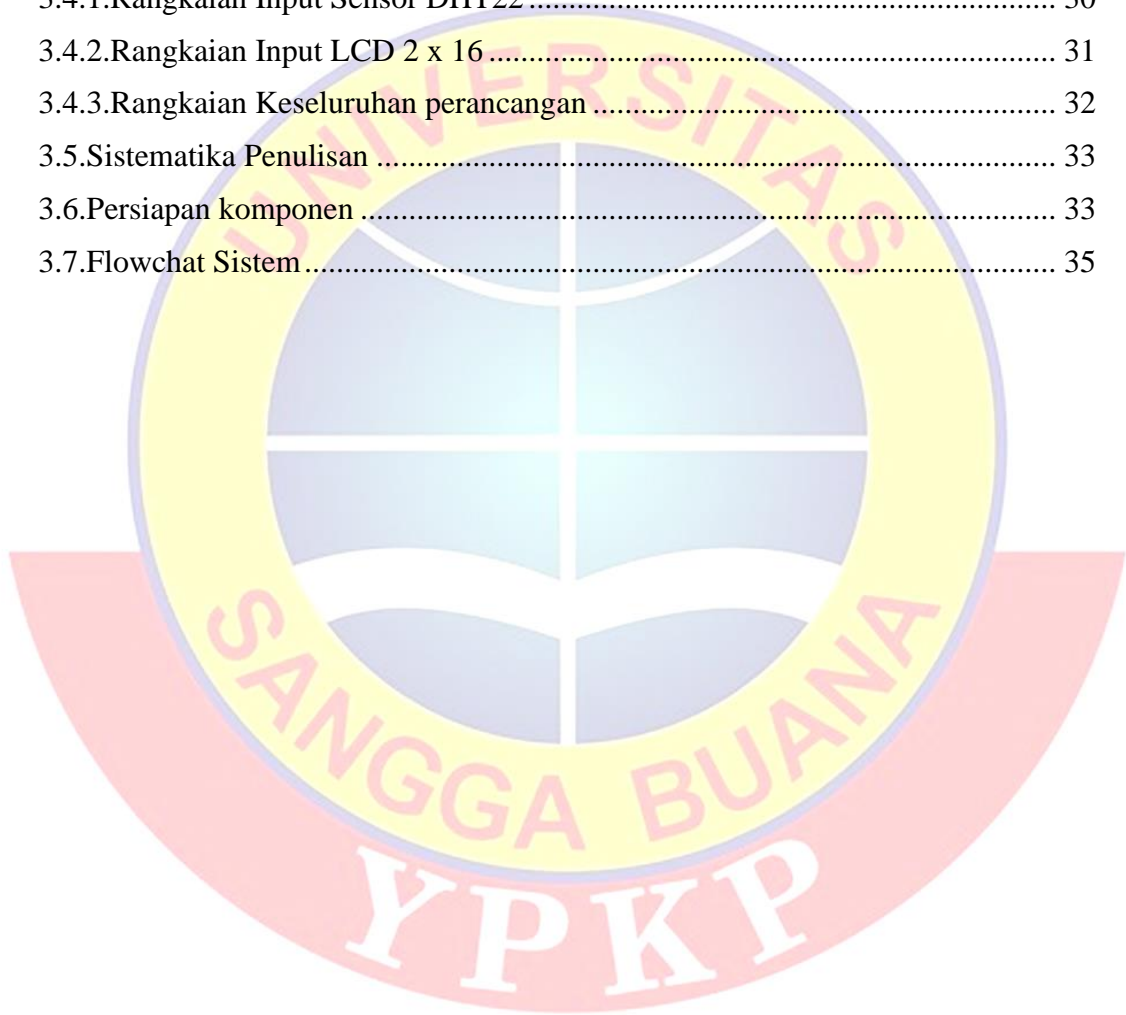
1. Bapak Dr Didin Saefudin, S.E.,M.Si selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
2. Bapak Ketut Abimanyu Munastha,ST.,MT selaku Dosen Wali Kelas K2 S1 Teknik Elektro Univesitas Sangga Buana YPKP Bandung.
3. Bapak Ivany Sarief,ST.,MT selaku Kaprodi S1 Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Seluruh Dosen Pengajar S1 Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan proposal ini

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
PENDAHULUAN .....	5
1.1.Latar Belakang .....	5
1.2.Rumusan Masalah.....	6
1.3.Tujuan .....	6
1.4.Batasan Masalah.....	7
1.5.Metodelogi Penelitian .....	7
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1. Sistem Internet Of Thing Sebagai Monitoring.....	9
2.2.Pengertian Kubikel 20 kV .....	9
2.2.1.Jenis-jenis Kubikel 20 kV .....	10
2.2.2.Komponen Kontruksi Kubikel 20 Kv .....	11
2.3.Suhu .....	13
2.4.Kelembaban.....	14
2.5.Partial Discharge .....	15
2.5.1.Jenis-jenis Partial Discharge .....	16
2.5.2.Proses Terjadinya Partial Dicharge.....	19
2.5.3.Metode Pengukuran Partial Discharge.....	21
2.5.4.Solusi Perbaikan Partial Discharge .....	24
2.3.Standar Alat Ukur .....	25
2.4.Komponen-Komponen Yang Digunakan Untuk Perancangan .....	26
2.4.1.Modul ESP8266 .....	26
2.4.2.DHT-22 .....	27
2.4.3.LCD (Liquid Cristal Display) 16 x 2 .....	28
2.4.4.Adaptor.....	29
2.4.5.Heater .....	29



2.4.6.Blynk.....	30
2.4.7.Arduino IDE.....	31
<b>BAB III .....</b>	<b>28</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1.Metode Penelitian.....	28
3.2.Pengamatan .....	29
3.3.Studi Literatur .....	29
3.4.Perancangan Alat .....	29
3.4.1.Rangkaian Input Sensor DHT22 .....	30
3.4.2.Rangkaian Input LCD 2 x 16 .....	31
3.4.3.Rangkaian Keseluruhan perancangan .....	32
3.5.Sistematika Penulisan .....	33
3.6.Persiapan komponen .....	33
3.7.Flowchat Sistem.....	35



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Kubikel Incoming.....	10
Gambar 2. 2 Kubikel Outgoing.....	10
Gambar 2. 3 Kubikel Double Incoming.....	11
Gambar 2. 4 Kontruksi Kubikel.....	11
Gambar 2. 5 Mekanisme Awal Terjadinya Pelepasan Muatan .....	19
Gambar 2. 6 Mekanisme Ionisasi Sekunder.....	20
Gambar 2. 7 Berlangsung Banjiran Elektron .....	20
Gambar 2. 8 Esp8266.....	27
Gambar 2. 9 Sensor DHT 22.....	27
Gambar 2. 10 LCD (Liquid Cristal Display) 16x2 .....	28
Gambar 2. 11 Adaptor.....	29
Gambar 2. 12 Heater .....	30
Gambar 2. 13 Blynk.....	31
Gambar 2. 14 Software Arduino IDE .....	32
Gambar 3. 1 Komponen Yang Digunakan.....	29
Gambar 3. 2 Rangkaian Sensor DHT22.....	30
Gambar 3. 3 Skematik Rangkaian Sensor DHT22 .....	31
Gambar 3. 4 Diagram Rangkaian LCD.....	31
Gambar 3. 5 Diagram Skematik Rangkaian Sensor DHT22 .....	32
Gambar 3. 6 Diagram Keseluruhan Perancangan .....	32
Gambar 3. 7 Skematik Keseluruhan Perancangan .....	33
Gambar 3. 8 Objek Penelitian.....	37

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Standard Suhu Terminasi .....	14
Tabel 2. 2 Intensitas Level Suara Partial Discharge .....	24
Tabel 2. 3 Dataset Pin Pada LCD.....	28



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kubikel 20 kV merupakan peralatan penyaluran energi listrik yang dialiri dengan tegangan 20 kV yang mana pada tegangan 20 kV ini tergolong dengan tegangan menengah yang sangat berbahaya apabila terjadi gangguan. Setiap kubikel selalu dilengkapi dengan sarana penunjang berupa *heater*, yaitu alat untuk memanaskan udara di dalam kubikel agar nilai kelembaban sesuai dengan standar pada ruang terminasi, namun *heater* pada kondisi suhu beranjak naik akibat beban atau arus yang besar tidak bisa menjadi alat bantu, justru panas yang dikeluarkan oleh heater tersebut menyebabkan kenaikan tingkat uap air jenuh udara yang ada di dalam kubikel tersebut. Kondisi ini akan meningkatkan nilai kelembaban yang bisa menyebabkan terjadinya korona dan kegagalan isolasi udara.

Salah satu gangguan yang terjadi pada kubikel 20 kV adalah pada saat kondisi suhu dan kelembapan yang tinggi, maka suatu saat akan timbul uap air yang menempel pada dinding kubikel sehingga dapat mempengaruhi terjadinya korona [1]. Kondisi munculnya korona merupakan peristiwa yang terjadi ketika udara disekitar penghantar atau konduktor mengalami ionisasi sehingga terjadi pelepasan muatan. Dari peristiwa tersebut dapat mengakibatkan kegagalan isolasi pada udara hingga menimbulkan terjadinya hubung singkat yang mana dapat mengganggu penyaluran tenaga listrik kepada konsumen. Untuk mengatasi hal itu kubikel telah dilengkapi pemanas atau heater yang berfungsi memanaskan ruang kubikel agar kelembapannya terjaga. Maka dari itu peran heater sangat penting dalam menjaga kondisi ruang kubikel agar tetap baik, sehingga keandalan dalam penyaluran energi listrik menuju konsumen tetap terjaga dan aman. Gambar 1 menunjukkan kondisi temuan korona pada kubikel.

Kondisi pada ada saat ini belum tersedianya sistem monitoring pada kubikel yang dapat dilakukan secara online dan realtim, oleh karena itu diperlukan alat untuk memonitoring suhu dan kelembaban pada ruang terminasi kabel unit kubikel. Dan dapat menyalakan heater pada saat kondisi ruang terminasi mencapai nilai suhu tertentu sehingga tercapai nilai standart tersebut. Selain itu juga dibutuhkan tampilan

parameter nilai suhu dan kelembaban melalui alat monitoring yang dibuat. sehingga pada saat terjadi kejanggalan/turunnya naiknya nilai kelembaban dan suhu dapat dilakukan penanganan sesuai SOP pada kubikel dan memperkecil kemungkinan timbulnya korona yang dapat mengakibatkan terjadinya gangguan/kegagalan pada sistem distribusi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, rumusan masalah yang menjadi fokus dalam kajian ini adalah.

1. Perusahaan PT angkasa pura II hingga saat ini masih menggunakan metode pengukuran manual dalam setiap pengukuran suhu dan kelembaban pada ruang terminasi. Oleh sebab itu sangat dibutuhkannya alat yang dapat memonitoring suhu dan kelembaban secara efisien.
2. Mekanisme konversion yang dilakukan saat ini dalam penyimpanan data belum efektif ( dilakukan setiap hari pada beberapa kubikel saat melakukan perawatan rutin) sehingga dilakukan sebuah alat yang dapat menyimpan data suhu dan kelembaban dalam secara online.

## **1.3. Tujuan**

1. Penelitian dan perancangan alat yang dibuat kali ini adalah untuk memberikan efisiensi, efektivitas serta kemudahan pada operator (teknisi lapangan) dalam memeriksa kondisi suhu dan kelembaban pada ruang terminasi 20 KV.
2. Dapat menampilkan nilai parameter suhu dan kelembaban pada alat yang telah dibuat secara realtime.
3. Dapat meminimalisir penyebab terjadinya gangguan yang disebabkan oleh kegagalan pada permukaan isolasi pada terminasi kubikel 20KV.



#### 1.4. Batasan Masalah

1. Dalam proses pembuatan program alat perancangan penulis menggunakan software arduino IDE.
2. Mikrokontroler dalam perancangan alat penulis hanya menggunakan arduino Uno & NodeMCU
3. Implementasi dan pengambilan data dilakukan pada ruang terminasi kabel TM pada gardu NP11 Terminal 1
4. Sensor kelembaban menggunakan sensor kapasitif dengan jenis Dht22, sensor diasumsikan standar dan terkalibrasi, penelitian ini tidak membahas detail sistem kerja Dht22.
5. Hasil perancangan monitoring ditampilkan pada layar LCD 20x4.

#### 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan dilakukan dapat digambarkan pada diagram alur sebagai berikut :

- a) Pengamatan, atau observasi merupakan pengumpulan data penelitian dengan melihat alat sebelumnya yang telah dibuat dan penulis akan mengembangkan kekurangan alat tersebut sehingga penulis bisa menciptakan alat yang lebih sempurna dari alat yang sebelumnya telah dibuat sebelumnya. Untuk ringkasan
- b) Studi Literatur, yaitu dengan mencari dan mengumpulkan kajian-kajian dan literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian ini, berupa artikel, buku referensi, jurnal penelitian, dan sumber lain nya yang berhubungan.
- c) Tinjauan pustaka, yaitu Terdapat penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan mengenai sistem monitoring pembahasan energi yang dihasilkan *Partial Discharge* seperti suhu pada kubikel. Dalam upaya pengembangan perlu dilakukan studi pustaka sebagai salah satu dari penerapan metode yang dilakukan.
- d) Perancang Sistem dan pembuatan alat, yang dilakukan secara umum dengan mencari referensi, dengan menggunakan komponen yang telah disediakan baik hardware dan software dan menyiapkan bahasa programan yang akan

digunakan sehingga perancangan pada sisi perangkat hardware dan software dapat terintegrasi satu sama lain.

- e) Pembahasan dan Hasil Uji Coba, tahapan uji coba dipilih setelah tahap perancangan dilaksanakan dengan baik, sehingga daroi uji coba ini penulis mengidentifikasi efektifitas alat hasil perancangan dari segi fungsi.
- f) Implementasi dilakukan untuk menguji efektifitas dari alat yang dibuat, implementasi dilakukan pada ruang terminasi kabel TM 20kv pada panel incoming 1 (MSA) dan Incoming 2 (MSB) sebagai objek penelitian dalam implementasi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan mengenai sistem monitoring pembahasan energi yang dihasilkan *Partial Discharge* seperti suhu pada kubikel. Dalam upaya pengembangan perlu dilakukan studi pustaka sebagai salah satu dari penerapan metode yang dilakukan. Beberapa literatur – literatur tersebut sebagai berikut :

Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya pada tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Kontrol Suhu dan Kelembaban Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik Kubikel 20 Kv”. Zuansah Rahmat Munggaran, 2015. Penelitian ini membahas mengenai energi yang dihasilkan oleh partial discharge berupa energi elektromagnet. Penelitian ini hanya memonitoring suhu dan kelembaban pada kubikel 20 kV menggunakan sensor DHT11.

Perbedaan pada penelitian didalam tugas akhir yang saya lakukan dengan penelitian diatas adalah penelitian yang saya lakukan dengan metode memonitoring suhu dan kelembababan pada kubikel yang menggunakan sensor DHT22 yang memiliki tingkat akurasi pengukuran yang lebih baik dan menggunakan mikrophone sound sensor.

Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya pada tugas akhir yang berjudul ”Perancangan Sistem Monitoring Kubikel 20kVMenggunakan NodeMCU

ESP8266 Berbasis WEB DI PLN Rayon Bandung Utara” oleh Hadi Suwanto. (2018). Penelitian ini membahas tentang analisis suhu dan kelembaban pada kubikel 20 kV yang berbasis WEB Server. Perbedaan pada penelitian didalam tugas akhir yang saya lakukan dengan penelitian diatas adalah penelitian tersebut hanya mengukur dan memonitoring kondisi suhu dan kelembaban pada kubikel, penelitian tersebut hanya menggunakan sensor DHT22.

## **2.1. Sistem Internet Of Thing Sebagai Monitoring**

Menurut Andriani dan Hanafi Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep kumpulan objek, layanan, yang menghubungkan perangkat tanpa ikut campur tangan manusia baik perangkat terhadap perangkat maupun perangkat terhadap aplikasi yang saling berhubungan dan berkomunikasi, berbagi data, dan informasi untuk mencapai tujuan bersama di berbagai bidang dan aplikasi.[3]

Menurut Nelly Indriyani dan Rani Susanto Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan atau program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program atau kegiatanitu selanjutnya. Monitoring adalah pemantauan yang dapat dijelaskan sebagai kesadaran (awareness) tentang apa yang ingin diketahui, pemantauan berkadar tingkat tinggi dilakukan agar dapat membuat pengukuran melalui waktu yang menunjukkan pergerakan kearah tujuan atau menjauh dari itu.[2]

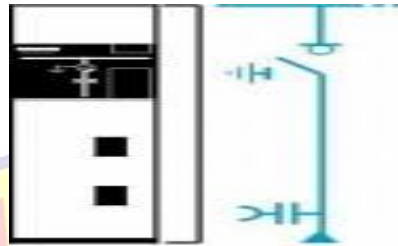
## **2.2. Pengertian Kubikel 20 kV**

Kubikel 20 kV adalah seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada gardu distribusi yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20 kV. kubikel 20 kV biasa terpasang pada gardu distribusi.

### 2.2.1. Jenis-jenis Kubikel 20 kV

#### 1. Kubikel incoming

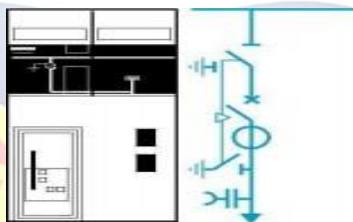
incoming merupakan tempat masuknya tegangan dari sumber penyulang PLN sebesar 20 kV yang dilengkapi dengan peralatan yang dapat difungsikan pada keadaan bertegangan atau berbeban.



Gambar 2. 1 Kubikel Incoming

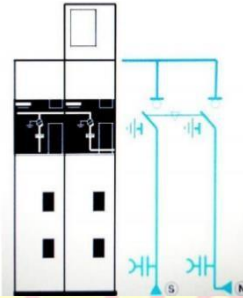
#### 2. Kubikel Outgoing

Digunakan sebagai sumber tenaga listrik pada peralatan instalasi tenaga listrik pada gardu listrik, yang kebel keluarannya menjadi input yang terhubung ke trafo yang digunakan untuk kebutuhan daya tegangan rendah. Biasanya kubikel pemakaian sendiri berupa instalasi dengan PMT kecil (load break switch) yang dilengkapi dengan proteksi primer. Kubikel Double Incoming



Gambar 2. 2 Kubikel Outgoing

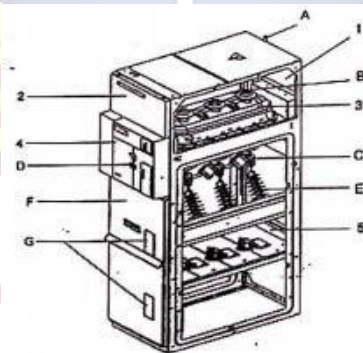
3. Kubikel yang memiliki dua masukan tegangan yang diharapkan lebih handal dari pada kubikel single incoming karena adanya cadangan suplai daya dari penyulang standby. Saat terjadi gangguan pada penyulang normal maka secara manual ataupun otomatis memilih masukan mana yang dalam keadaan normal dan siap digunakan.[3]



*Gambar 2. 3 Kubikel Double Incoming*

### 2.2.2. Komponen Kontruksi Kubikel 20 Kv

Merupakan rumah dari terminal penghubung, LBS, PMT, PMS, Fuse, Trafo ukur, (CT, PT) peralatan mekanis dan instalasi tegangan rendah. Kompartemen berupa lemari atau kotak yang terbuat dari pelat baja, terbagi menjadi 2 (dua) bagian, bagian atas untuk busbar dan bagian bawah untuk penyambungan dengan terminasi kabel. Komponen bagian bawah, pada bagian depan berupa pintu yang dapat dibuka tetapi bisa dilakukan apabila tegangan sudah dibebaskan dan terminasi kabel sudah ditanahkan.



*Gambar 2. 4 Kontruksi Kubikel*

- 1). Kompartemen busbar
- 2). Kompartemen tegangan rendah
- 3). Pemutus beban dan saklar pentanahan
- 4). Kompartemen mekanik operasi



#### 5). Kompartemen kabel

Berdasarkan fungsi dan nama peralatan yang terpasang didalam kubikel dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

##### a. ( PMT atau CB )

Berfungsi sebagai pemutus yang bekerja membuka dan menutup hubungan listrik dalam keadaan berbeban atau tidak berbeban, termasuk memutus pada saat terjadi gangguan pada beban lebih maupun hubung singkat. PMT dilengkapi dengan peredam busur api yang salah satunya berupa gas sulfur Hexaflouride (SF<sub>6</sub>),[4]

##### b. PMS ( Pemisah )

Disconnecting switch (DS) atau Pemisah (PMS) adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah yang dapat memutus dan menyambung rangkaian dengan arus yang rendah ( $\pm 5A$ ), biasa dipakai ketika dilakukan perawatan atau perbaikan. PMS terletak di antara sumber tenaga listrik dan PMT serta di antara PMT dan beban.

##### c. Rell Busbar

Busbar 20 kV pada kubikel berfungsi sebagai penghubung antara kabel masuk (incoming trafo) dengan beberapa kabel keluar (outgoing) penyulang atau untuk menerima dan mengeluarkan tenaga listrik (daya listrik) dan membaginya ke tempat-tempat yang diperlukan.

##### d. Metering CT ( Current Transformer )

Alat ini digunakan untuk mendukung dalam pengukuran arus yaitu sebagai pengukuran dan sebagai proteksi terhadap arus lebih. Trafo arus ini berfungsi untuk menurunkan arus yang bekerja atau mengalir berdasarkan prinsip induksi elektromagnet, yaitu timbulnya arus dalam suatu sirkit listrik (sisi sekunder) akibat dari pengaruh sirkit yang lain (sisi primer) secara fisik tidak saling berhubungan dalam rangkaian tertutup. Berfungsi sebagai berikut ;

Mentransformasikan besaran arus dari nilai arus yang besar ke arus yang kecil digunakan untuk pengukuran dan proteksi. Arus primer ke arus sekunder yang digunakan untuk pengukuran yaitu Ampermeter dan KWh meter serta untuk proteksi yaitu relly proteksi. Sebagai isolasi antara sisi tegangan yang diukur/diproteksi dengan alat ukurnya atau alat proteksinya.

e. Metering PT ( Potential Transformer )Trafo Tegangan merupakan suatu peralatan listrik yang digunakan dalam instalasi Gardu Induk Sisi 20kV. Alat ini membantu dalam pengukuran tegangan dan digunakan untuk pengukuran tegangan pada KWh meter. Alat ini juga membantu dalam sistem proteksi yaitu untuk relly UFR (Under Frekwensi Rellay) mendeteksi frekuensi dari tegangan tersebut. Berfungsi sebagai berikut:Mentranformasikan besaran tegangan dari nilai tegangan yang besar ke tegangan yang kecil digunakan untuk pengukuran dan proteksi.Sebagai isolasi antara sisi tegangan yang diukur diproteksi dengan alat ukurnya atau alat proteksinya.Suhu dan kelembaban

### 2.3. Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Suhu disebut juga temperatur. Mengacu pada SI (Satuan Internasional), satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain adalah Celcius, Fahrenheit, dan Reamur. Pada skala Celcius, 0°C adalah titik dimana air membeku dan 100°C adalah titik didih air pada tekanan 1 atmosfer. Skala ini adalah yang paling sering digunakan di dunia. Suhu adalah besaran fisika yang menyatakan derajat panas suatu zat. Alat untuk mengukur suhu disebut termometer. Suhu adalah ukuran yang menunjukkan intensitas panas suatu benda. Suhu benda yang tinggi mengindikasikan bahwa benda tersebut mengandung panas yang cukup besar dan bisa dikatakan benda tersebut panas. Sebaliknya suhu benda yang rendah mengindikasikan bahwa benda tersebut mempunyai kandungan panas yang rendah dan benda tersebut dikatakan dingin. (Esvandiari, 2006).[5]

Berdasarkan standar PT.Angakasa Pura II dalam menentukan nilai suhu pada titik sambungan konduktor switchgear sesuai pedoman buku PLN SK DIR 520 2014 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Standard Suhu Terminasi

No	Standard	Penjelasan
1	30 - 40°C	Kondisi Baik
2	>10°C -25°C	Periksa Saat Pemeliharaan
3	>0°C -10°C	Rencana perbaikan Dalam 30 Hari
4	>40°C -70°C	Perbaiki Segera

#### 2.4. Kelembaban

Kelembaban Udara Definisi kelembaban udara adalah banyaknya kandungan uap air di atmosfer. Udara atmosfer adalah campuran dari udara kering dan uap air. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak daripada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh. kelembaban terjbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Kelembaban relatif atau nisbi yaitu perbandingan jumlah uap air di udara dengan yang terkandung di udara pada suhu yang sama.
2. Kelembaban absolut atau mutlak yaitu banyaknya uap air dalam gram pada 1 m<sup>3</sup> . Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air.

Parameter suhu yg diperbolehkan pada ruang terminasi minimal 35°C dan maksimal 40°C dengan kelembaban dibawah 90 rh sesuai dengan dataset kubikel Schneider dan standard IEC 62271-1.

## 2.5. Partial Discharge

IEC Standard, IEC 60270 menyatakan partial discharge adalah “ alocalised electric discharge that only partially bridges the insulation between conductors and which may or may not occur adjacent to a conductor”. Partial discharge adalah peluahan listrik secara lokal yang menghubungkan secara parsial atau sebagian dari isolasi diantara penghantar dan yang terjadi baik maupun didalam dipermukaan.[6]

Partial discharge adalah peristiwa loncatan atau pelepasan bunga api listrik (spark) yang terjadi pada suatu bagian isolasi baik pada rongga dalam atau pada permukaan bahan isolasi tersebut sebagai adanya beda potensial yang tinggi dalam isolasi tersebut. Partial discharge juga dapat diartikan sebagai akibat dari konsentrasi electrical stress pada suatu lokasi didalam atau pada permukaan isolasi. Energi yang pancarkan oleh partial discharge dapat menyebabkan turunnya kualitas (degradasi) dari bahan isolasi. Sehingga dapat berakibat terbentuknya lintasan (track) menyerupai pohon yang dapat di sekeliling permukaan atau bahkan dapat menembus bahan isolasi tersebut. jalur yang terbentuk ini dapat berubah fungsi menjadi bahan konduksi karena adanya karbon dari hasil degradasi mutu isolasi.[7] Jika partial discharge terjadi secara berkepanjangan, maka tekanan listrik akan selalu terkonsentrasi pada puncak rambatan pohon hingga panjang rambatannya dapat semakin memanjang. Partial discharge terjadi pada bahan isolasi yang waktu pemakaiannya jangka pemakaian yang lama, isolasi yang rusak atau kualitas yang buruk dari isolasi dan kegagalan isolasi ini akan terus merambat dan membesar hingga isolasi tidak dapat lagi untuk menahan tegangan listrik yang berakibat terjadinya flashover dan terjadinya kegagalan isolasi secara keseluruhan.

Pada saat partial discharge terjadi, dapat menghasilkan sebagian gejala

Timbulnya energi yang dilepaskan, beberapa energi tersebut antara lain :

- Elektromagnet : radio, cahaya dan panas
- Akustik : audio dan ultrasonik
- Gas : ozon dan oksida nitrat

Fenomena Partial discharge apabila terjadi secara terus menerus maka akan menimbulkan panas berlebih pada daerah tertentu yang nantinya akan merusak bahan isolasi dan mengarah kepada terjadinya kegagalan sistem. Sebelum semua hal ini terjadi maka sangat penting dilakukan pendeteksian dan pengidentifikasian



awal untuk mencari penyebab terjadinya peluahan elektrik yang dapat menurunkan kualitas bahan dielektrik dari suatu sistem yang menggunakannya.

Pengukuran partial discharge pada peralatan tegangan tinggi merupakan hal yang penting karena dari pengukuran akan didapatkan data yang dapat menginterpretasikan dan menentukan reability (kehandalan) suatu peralatan yang disebabkan oleh ageing (penuaan) dan resiko kegagalan yang selanjutnya dapat dianalisa. Partial discharge dapat dijadikan indikator awal terjadinya kegagalan isolasi. Ketidak sempurnaan ini kemudian terus berkembang sehingga dapat mengakibatkan kegagalan isolasi secara keseluruhan. Semakin tinggi tegangan yang diterapkan akan semakin tinggi pula resiko kegagalan yang akan didapat. Fenomena partial discharge hanya terjadi pada tegangan bolak balik (alternating current) dengan voltase diatas 2 kV atau lebih.[1]

### **2.5.1. Jenis-jenis Partial Discharge**

Perbedaan berdasarkan tempat terjadinya partial discharge, partial discharge terbagi menjadi 4 jenis antara lain:

#### **1. Internal Partial Discharge**

Internal discharge terjadi pada void (rongga) atau permukaan konduktor yang runcing di

88 dalam volume material isolasi padat atau cair. Pada sistem kelistrikan, bahan isolasi menjadi pemisah antara konduktor dan ground. Bahan isolasi padat mempunyai permitivitas relatif sekitar 3, sedangkan udara atau gas biasanya dianggap 1. Dengan demikian bila di dalam isolasi padat terdapat void yang berisi gas, maka pada saat beroperasi gas menahan tekanan medan listrik yang lebih besar dibanding isolasi padat. Padahal kekuatan isolasi gas jauh lebih kecil dari isolasi padat. Dengan demikian,

ada saat isolasi padat masih menahan kuat medan listrik jauh di bawah ambang kekuatannya, gas yang berada di dalam void mungkin sudah tidak mampu lagi menahan kuat medan listrik yang dialaminya. Akibatnya gas sudah mengalami breakdown, sementara isolasi padat masih dalam kondisi sehat. Kejadian ini disebut dengan partial discharge yang lokasi dan mekanisme terjadinya akibat adanya internal discharge.



Bila di dalam kabel atau peralatan berisolasi polimer padat terdapat tonjolan atau permukaan konduktor yang runcing menyerupai ujung jarum pada interface antara lapisan isolasi polimer dan konduktor maka tekanan medan listrik terpusat pada ujung jarum tersebut sehingga bagian isolasi yang berada pada ujung jarum mengalami tekanan medan listrik yang lebih tinggi yang dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa partial discharge. Titik ujung lancip yang asli biasanya sangat kecil untuk dapat diidentifikasi dan terbentuk dari ketidakraturan yang normal dari batas setiap material. Pada medan listrik beberapa ratus kV/mm, elektron yang terinjeksi tidak dapat menghilangkan energi kinetik yang diperoleh dari medan listrik dalam interaksi elastis dengan molekul polimer dan lalu meningkatkan energi elektron hingga elektron tersebut mencapai energi beberapa eV yang cukup tinggi untuk interaksi tak elastis yang memicu eksitasi molekul, membangkitkan pasangan elektron/hole atau bahkan gangguan pada ikatan molekul polimer. Keberadaan Internal Partial Discharge dalam saluran kabel tegangan menengah disebabkan adanya rongga udara didalam isolasi kabel, yang Discharge tersebut sesuai ketentuan standar kemungkinan kegagalan isolasi (break down) dapat terjadi dalam waktu yang cukup lama antara 30 tahun sampai 100 tahun. Bila akibat suatu dan lain hal, terjadi 'rongga udara baru' dalam kabel tersebut, yang mungkin menimbulkan Internal Partial Discharge yang besar dan akhirnya mempercepat terjadinya kegagalan isolasi. Hal inilah yang diduga terjadi pada gangguan sambungan saluran kabel tegangan menengah dimana sering terjadi kegagalan isolasi.[7]

#### 1. *Surface Partial Discharge*

*Surface discharge* atau pelepasan muatan permukaan adalah pelepasan muatan dari konduktor ke media gas atau cair dan terjadi pada permukaan material isolasi padat yang tidak tertutupi oleh konduktor.

Bila pada suatu sistem peralatan berisolasi padat terjadi peristiwa pelepasan muatan permukaan, maka arus akan mengalir pada permukaan isolasi. Besar arus permukaan ini ditentukan oleh tahanan permukaan sistem isolasi. Arus ini sering juga disebut arus bocor atau arus yang menyelusuri permukaan isolasi. Arus bocor menimbulkan panas yang mengakibatkan terjadinya penguraian bahan kimia yang

membentuk permukaan isolasi. Efek nyata dari penguraian ini adalah timbulnya jejak arus atau saluran aliran arus pada permukaan isolasi sehingga menyebabkan kenaikan tegangan pada daerah sekitarnya yang selanjutnya akan menimbulkan tekanan dielektrik yang berlebihan pada sistem isolasi. Proses ini berjalan terus-menerus sehingga akhirnya terjadi suatu kegagalan. Gejala ini dinamakan gejala *tracking*.

## 2. *Corona*

*Korona* atau *corona discharge* adalah peristiwa terjadinya suatu pelepasan muatan yang bermula pada permukaan dari suatu kawat bila nilai medan listrik pada permukaan kawat itu melampaui nilai tertentu. Korona disifatkan sebagai terjadinya pelepasan muatan yang bermula dari suatu kawat atau konduktor bila nilai medan listrik pada permukaan kawat tersebut melampaui nilai tertentu. Pelepasan muatan ini pada umumnya terjadi pada gas atau udara. Pelepasan muatan ini terjadi karena adanya ionisasi dalam udara yaitu lepasnya elektron dari molekul udara akibat radiasi *ultraviolet*, radiasi radioaktif, radiasi sinar kosmis dan sebagainya. Oleh karena lepasnya elektron, maka apabila di sekitarnya terdapat medan listrik maka elektron–elektron bebas ini mengalami gaya yang mempercepat gerakannya sehingga terjadi benturan dengan molekul lain. Akibatnya timbul ion-ion dan elektron-elektron baru. Proses ini berjalan terus-menerus dan jumlah elektron bebas semakin banyak. Korona ditandai dengan adanya serbuk-serbuk pada isolator serta bau ozon. Korona sering terjadi pada kawat transmisi tegangan tinggi dan tegangan ekstra tinggi terutama pada bagian yang kasar, runcing atau kotor. Korona mengeluarkan cahaya berwarna ungu muda, suara mendesis dan menimbulkan panas.[8]

## 3. *Electrical treeing*

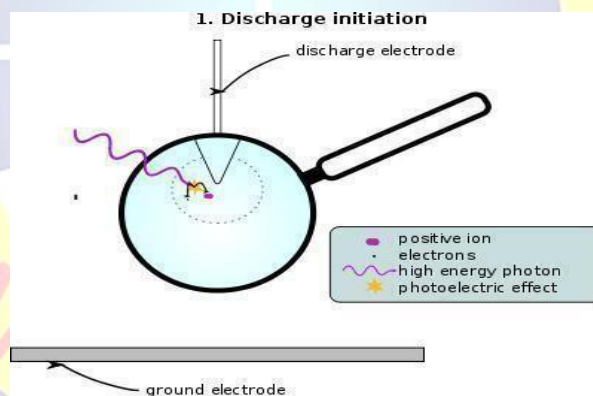
Jika di dalam dielektrik padat atau cairan dari suatu sistem isolasi terdapat rongga maka kuat medan dalam rongga akan lebih besar daripada suatu medium disekelilingnya. Jika tegangan dalam rongga melampaui tegangan nyala maka akan terjadi tembus parsial, terutama pada tegangan bolak-balik dengan amplitudo yang mencukupi maka terjadi *discharge* yang berbentuk pulsa di dalam rongga.

Dielektrik disekelilingnya dapat memburuk dalam jangka panjang akibat *partial discharge* ini, atau bahkan dengan kondisi tertentu dapat rusak oleh tembus sempurna akibat mekanisme erosi. Jika *electrical Treeing* menjembatani isolasi maka kegagalan isolasi terjadi, peristiwa sebelum terjadi kegagalan isolasi dapat dideteksi dengan pengamatan dan pengukuran pulsa *partial discharge* yang mengiringi peristiwa *electrical treeing*.

### 2.5.2. Proses Terjadinya *Partial Discharge*

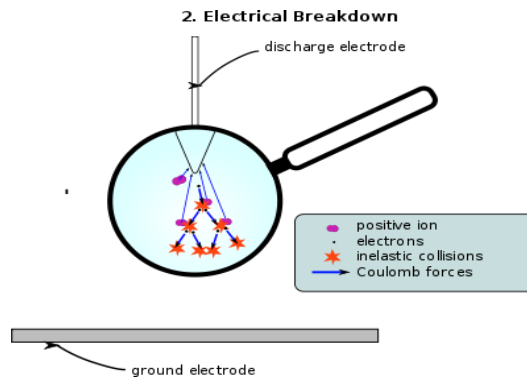
Awal-awal pada elektroda dapat kelihatan bercahaya, dan mengeluarkan bunyi atau suara desis dan berbau ozon, warna cahaya ungu muda. Proses terjadinya korona:

- 1). Pada saat atom netral medium atau molekul, ada di beberapa wilayah aliran listrik yang kuat (seperti gradien potensial yang tinggi di dekat elektroda melengkung)



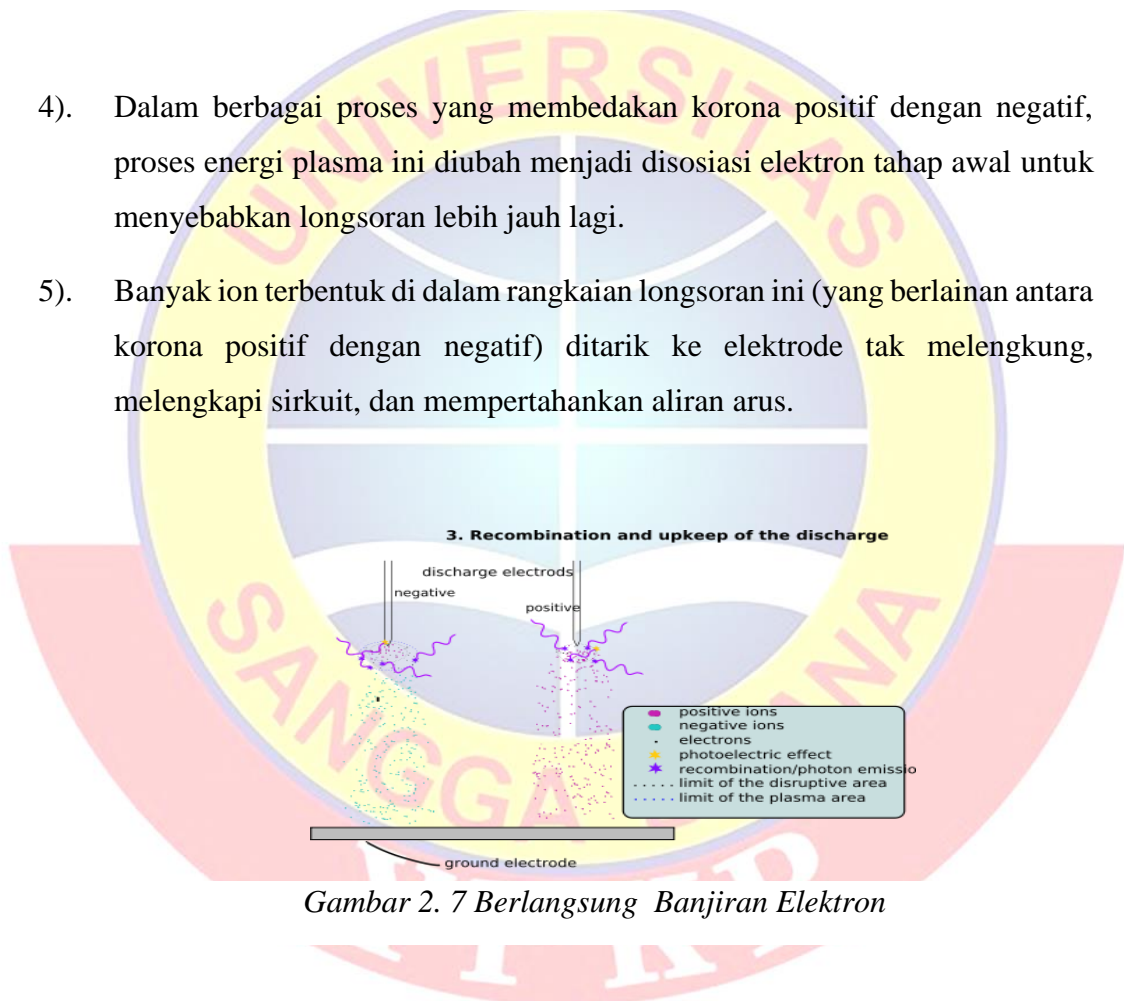
Gambar 2. 5 Mekanisme Awal Terjadinya Pelepasan Muatan

- 2). Medan listrik lalu beroperasi pada partikel-partikel bermuatan lalu memisahkan, mencegah penggabungan kembali, serta mempercepat partikel-partikel itu, memberikan energi kinetik ke setiap partikel.
- 3). Sebagai akibat dari peningkatan energi pada elektron (yang memiliki nisbah massa/muatan dan kecepatan yang jauh lebih tinggi), lebih jauh lagi sejumlah pasangan ion elektron positif bisa diciptakan dengan menabrakkan atom-atom netral. Lalu mereka mengalami proses pemisahan yang sama.



Gambar 2. 6 Mekanisme Ionisasi Sekunder

- 4). Dalam berbagai proses yang membedakan korona positif dengan negatif, proses energi plasma ini diubah menjadi disosiasi elektron tahap awal untuk menyebabkan longsor lebih jauh lagi.
- 5). Banyak ion terbentuk di dalam rangkaian longsor ini (yang berlainan antara korona positif dengan negatif) ditarik ke elektrode tak melengkung, melengkapinya sirkuit, dan mempertahankan aliran arus.



Gambar 2. 7 Berlangsung Banjiran Elektron



### 2.5.3. Metode Pengukuran *Partial Discharge*

Adanya *partial discharge* di dalam bahan isolasi dapat ditentukan oleh banyak metode seperti :

- a. *Dissolved Gas Analysis* (DGA)
- b. *Ultrasonic Audio*
- c. *Deteksi Emisi Akustik*
- d. *Deteksi Kamera Infrared*

Metode-metode ini digunakan sebagai pendeteksian terjadinya *partial discharge* berdasarkan akibat yang ditimbulkan oleh *partial discharge* itu sendiri seperti gelombang elektromagnet, gelombang akustik, pemanasan lokal dan reaksi kimia.

#### 1). Dissolved Gas Analysis (DGA)

Analisis gas terlarut atau *Dissolved Gas Analysis* adalah analisis kondisi transformator yang dilakukan berdasarkan jumlah gas terlarut pada minyak transformator, dengan cara mengekstrak gas-gas tersebut dari suatu sampel minyak yang diambil dari transformator. Gas yang diekstrak lalu dipisahkan menurut individual gasnya dan dihitung jumlahnya dalam satuan ppm (*part permillion*). Dari hasil uji DGA ini dapat diketahui secara dini, mengenai kegagalan pada transformator yang mungkin timbul.

Ada beberapa standar uji DGA yang telah ditetapkan oleh IEEE antara lain adalah *Duval's Triangle*, *Total Dissolved Combustible Gases* (TDCG), *Key Gas*, *Roger's Ratio*,

#### 2). *Total Dissolved Combustible Gases* (TDCG)

Metode TDCG Merupakan metode awal untuk mengetahui sejauh mana tingkat konsentrasi dari masing – masing *fault* gas antara lain CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. Metode ini sering digunakan untuk memprediksi kondisi operasi pada transformator.

#### 3). Key Gas Method

Metode Key Gases digunakan untuk memprediksi kondisi suatu isolasi dengan membandingkan komposisi combustible gas dan konsentrasi gas yang tinggi sebagai key gas. Setelah penentuan key gas akan dapat ditemukan diagnosis



yang tepat untuk indikasi gas tersebut seperti terjadinya arcing atau overheating pada minyak. Key gases didefinisikan oleh IEEE standar C57-104.2008 sebagai gas-gas yang terbentuk pada transformator pendingin minyak yang secara kualitatif dapat digunakan untuk menentukan jenis kegagalan yang terjadi, berdasarkan jenis gas yang khas atau lebih dominan yang terbentuk pada berbagai temperatur.

#### 4). *Roger's Ratio Method*

*Metode roger's ratio* merupakan salah satu cara untuk menganalisis gas terurai dari suatu minyak transformator. Metode ini membandingkan nilai-nilai satu gas dengan gas yang lain. Gas-gas yang digunakan dalam analisis menggunakan *roger's ratio* adalah  $C_2H_2/C_2H_4$  yang disebut R2,  $CH_4/H_2$  yang disebut R1 dan  $C_2H_4/C_2H_6$  yang disebut R5. Kemudian ratio tersebut dimasukkan ke dalam tabel standar.

#### 5). *Duval Triangle*

Metode segitiga duval diciptakan oleh *Michael duval* pada 1974. Kondisi khusus yang diperhatikan adalah konsentrasi metana ( $CH_4$ ), etilen ( $C_2H_4$ ) dan asetilen ( $C_2H_2$ ). Konsentrasi total ketiga gas ini adalah 100%, namun perubahan komposisi dari ketiga jenis gas ini menunjukkan kondisi fenomena kegagalan yang mungkin terjadi pada unit yang diujikan.

#### 6). Ultrasonic

Seluruh pengoperasian peralatan tenaga menghasilkan range suara yang luas. Komponen ultrasonik frekuensi tinggi dari suara yang dihasilkan tersebut pada dasarnya merupakan gelombang yang sangat pendek dan memiliki frekuensi tinggi dan gelombang seperti ini cenderung terarah. Oleh karena itu, gelombang ini mudah untuk dipisahkan dari *noise-noise* lain dan dapat untuk dideteksi lokasi sumber gelombang tersebut.

Ketika terjadi perubahan pada peralatan listrik dan mekanik, gelombang ultrasonik alami yang timbul dijadikan sebagai potensi peringatan sebelum terjadi kegagalan. Gelombang ultrasonik ini kemudian dapat diolah menghasilkan dua informasi berupa informasi kualitatif dan kuantitatif. Informasi kualitatif menghasilkan informasi berupa suara ultrasonik yang dapat didengar oleh kita melalui *headphone*. Sedangkan, informasi kuantitatif menghasilkan informasi berupa

ukuran yang dapat dibaca. Informasi-informasi ini terdapat pada penerjemah ultrasonik yang didalamnya terjadi proses elektronik yang disebut “*heterodyning*”. Didalam proses ini terjadi pengkonversian gelombang ultrasonik kedalam gelombang suara yang dapat didengar oleh manusia.

#### 7). Deteksi *Emisi* Akustik

Emisi akustik mengacu pada pembangkitan gelombang elastik transien pada pelepasan energi yang sangat cepat dari sumber lokal dalam suatu material. Sumber emisi ini terkait dengan gerakan dislokasi atas deformasi dan inisiasi dan perluasan *cracking* dalam struktur dalam tekanan listrik yang tinggi.

*Partial discharge* dapat membangkitkan pulsa-pulsa yang mengakibatkan timbulnya gelombang akustik akibat tekanan mekanik yang sering disebut sebagai emisi akustik yang dipancarkan keseluruh bagian *bushing*. Gelombang akustik ini dapat dapat menembus isolasi minyak dalam *bushing* dan dapat dideteksi pada dinding *bushing*. Dengan pengukuran waktu relatif yang dibutuhkan gelombang akustik terhadap sensor emisi akustik yang diletakkan pada dinding *bushing*, lokasi terjadinya *partial discharge* dapat ditentukan. Dengan alasan ini, deteksi dengan memanfaatkan emisi akustik dapat memberikan solusi real time berupa pendeteksian ada atau tidaknya *partial discharge* serta penentuan lokasi terjadinya *partial discharge*.

#### 8). Deteksi Kamera Inframerah

Teknologi kamera *infrared* merupakan salah satu peralatan teknologi yang dapat digunakan untuk kegiatan preventif pemeliharaan dan memungkinkan pengukuran temperatur dari jarak tertentu tanpa menyentuh objek yang diukur secara scanning serta mendeteksi perubahan temperatur hingga  $0,1^{\circ}\text{C}$ , sehingga mampu mengkondisikan bahan isolasi yang mengalami perubahan. Teknologi ini bekerja dengan cara mengukur pancaran panas suatu bahan. Semua benda yang memiliki suhu diatas nol absolute ( $0^{\circ}\text{K}$  atau  $-273^{\circ}\text{C}$ ) memancarkan sinar radiasi dalam rentang panjang gelombang sinar infra merah, sehingga metode *infrared thermography* dengan kemampuan deteksi perubahan temperatur hingga  $0,1^{\circ}\text{C}$  akan lebih efisien dan efektif dalam mendeteksi dan melokalisasi daerah anomali dengan cara melihat langsung peta temperatur yang diperoleh. Hal-hal yang perlu untuk diperhatikan dalam melaksanakan pengukuran dengan metoda *infrared*

*thermography* antara lain obyek permukaan sebagai target, media transmisi antara obyek target dengan instrumen dan lain sebagainya.

*Partial discharge* yang merupakan suatu bentuk kegagalan listrik yang menyebabkan hilangnya tegangan dan mengalirnya arus bocor dalam bahan isolasi tersebut tentunya menimbulkan panas yang berlebih. Panas ini tentunya dapat ditangkap oleh kamera infrared dan dapat dilakukan tindakan pencegahan sebelum kegagalan total pada isolasi terjadi. Berdasarkan standart IEC60270, mengklasifikasikan data hasil uji sebagai berikut :

Ada 4 waktu uji yang dilakukan yaitu:

1. Setelah pengoprasian.
2. Setelah melakukan perawatan berkala.
3. Setiap 6 bulan hingga 1 tahun.
4. Ketika dianggap perlu.

Hasil penentuan jenis resiko berdasarkan nilai itensitas atau level suara.

Tabel 2. 2 Intensitas Level Suara Partial Discharge

No	Standard	Penjelasan
1	Nilai pengujian < 10dB	Aman
2	>10 Nilai pengujian <20dB	Perlu Diawasi
3	Nilai pengujian >20dB	Perlu Penanganan Segera

#### 2.5.4. Solusi Perbaikan *Partial Discharge*

Penggunaan peralatan dengan Jam operasional yang tinggi memerlukan perawatan yang extra pula. Oleh sebab itu dilakukan perawatan darurat yang berfungsi meminimalisi gangguan yang dapat terjadi suatu saat dan mengatasi permasalahan yang akan terjadi pada massa yang akan datang salah satunya penyebab terjadinya *partial discharge*.maka sebab itu dilakukannya pemeliharaan darurat untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah.

Berikut kegiatan yang dilakukan saat melakukan pemeliharaan darurat pada kubikel yang terdeteksi *partial discharge* :

- a. Mengukur besaran pada kubikel yang terdeteksi adanya aktivitas sebelum melakukan pemeliharaan darurat.
- b. Memperbaiki isolasi yang rusak akibat aktivitas .
- c. Membersihkan bagian rongga isolasi menggunakan cairan khusus (TCE).
- d. Membersihkan bagian peralatan yang ada pada ruang terminasi dari debu dan kotoran.
- e. Pengujian tahanan isolasi
- f. Pengukuran kembali nilai besaran menggunakan alat ultraTEV setelah melakukan kegiatan pemeliharaan darurat

### 2.3. Standar Alat Ukur

Dalam melakukan pengukuran hal yang cukup sulit adalah mengetahui apakah nilai hasil pengukuran merupakan nilai yang benar, karena setiap pengukuran yang menggunakan alat ukur hanya dapat menghasilkan nilai perkiraan. Dengan demikian dalam merancang sebuah alat ukur harus ada nilai pembanding yang bisa didapat dari hasil perhitungan atau dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur yang telah diakui kemampuannya. Nilai pembanding tersebut digunakan untuk mengetahui besar kesalahan dalam pengukuran, sehingga dapat diketahui tingkat ketelitian alat ukur yang dibuat yang selanjutnya akan menentukan kualitas dari alat ukur tersebut. Klasifikasi alat ukur listrik menurut Standar IEC No. 13B-23 menspesifikasikan bahwa ketelitian alat ukur dibagi menjadi 8 kelas yaitu :

1. Kelas 0,05
2. Kelas 0,1
3. Kelas 0,2
4. Kelas 0,5
5. Kelas 1,0
6. Kelas 1,5



7. Kelas 2,5

8. Kelas 5

Kelas-kelas tersebut artinya bahwa besarnya kesalahan alat ukur masing-masing adalah  $\pm 0,05\%$ ,  $\pm 0,1\%$ ,  $\pm 0,2\%$ ,  $\pm 0,5$ ,  $\pm 1,0\%$ ,  $\pm 1,5\%$ ,  $\pm 2,5\%$ , dan  $\pm 5\%$ . Dari 8 kelas alat ukur tersebut digolongkan menjadi 4 golongan sesuai dengan daerah pemakaiannya (Taifiqullah, 2020), yaitu:

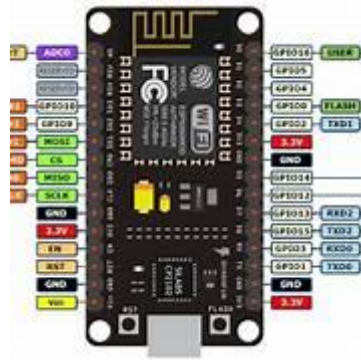
- a. Golongan dari kelas 0,05, 0,1 dan 0,2 termasuk alat ukur presisi yang tertinggi, biasa digunakan pada laboratorium yang standar.
- b. Golongan dari kelas 0,5 memiliki ketelitian dan tingkat presisi berikutnya dari 0,2. Alat ukur ini biasa digunakan pada pengukuran- pengukuran presisi. Alat ukur ini biasanya *portabel*.
- c. Golongan dari kelas 1,0 memiliki ketelitian dan tingkat presisi yang lebih rendah dari alat ukur kelas 0,5. Alat ini biasa digunakan pada alat-alat ukur portabel yang kecil atau alat ukur yang digunakan pada panel.
- d. Golongan dari kelas 1,5, 2,5 dan 5. Alat ukur ini biasa digunakan pada panel - panel yang tidak begitu memperhatikan presisi dan ketelitian.

#### **2.4. Komponen-Komponen Yang Digunakan Untuk Perancangan**

Dalam pembuatan sistem monitoring suhu, kelembaban pada kubikel tegangan menengah 20 kV yang menggunakan sistem *internet of things* (IOT) dibutuhkan beberapa komponen yang digunakan dalam membuat perancangan sistem monitoring tersebut antara lain:

##### **2.4.1. Modul ESP8266**

Modul WiFi ESP8266 adalah modul mandiri dengan terintegrasi protokol TCP / IP yang dapat memberikan akses mikrokontroler ke jaringan WiFi. Setiap modul ESP8266 diprogram dengan firmware set perintah AT, yang dapat terhubung ke Arduino untuk mendapatkan atau menghubungkan ke WiFi dengan kemampuan sebagai WiFi Shield,[9]

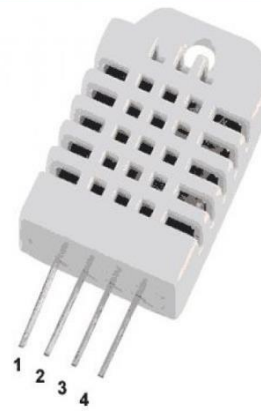


Gambar 2. 8 Esp8266

### 2.4.2. DHT-22

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. DHT memiliki banyak varian, salah satunya yaitu DHT22 (AM2302) dengan bentuk fisik seperti pada gambar.[10]

DHT22 pins	
1	VCC
2	DATA
3	NC
4	GND



Gambar 2. 9 Sensor DHT 22

Berikut merupakan cara kerja sensor DHT22 sebagai berikut:

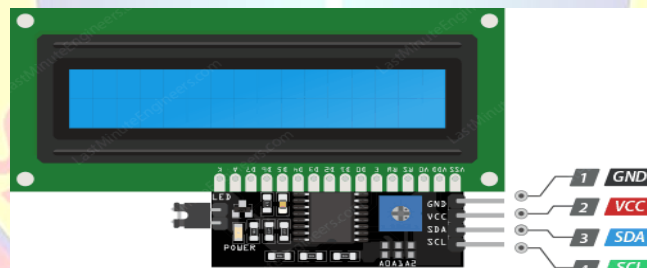
Resistor jenis ini memiliki karakteristik dimana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan kenaikan suhu. Artinya, semakin tinggi suhu ruangan maka nilai resistansi NTC akan semakin kecil. Sebaliknya nilai resistansi akan meningkat ketika suhu disekitar sensor menurun.

Berdasarkan Gambar 2.6 memiliki Spesifikasi sebagai berikut :

- Tegangan input : 3.5 V – 5.5 V
- Arus listrik: 0.3 mA (saat pengukuran) dan 60uA (stanby)
- Rentang pengukuran Suhu udara : -40oC sampai +125 oC dengan akurasi adalah +- 0.5oC
- Rentang pengukuran kelembaban udara : 0% – 100 % dengan akurasi adalah 2 – 5%
- Tingkat pengambilan sampel: 0.5 Hz (1 pengukuran setiap 2 sekon)

### 2.4.3.LCD (Liquid Cristal Display) 16 x 2

LCD (*Liquid Cristal Display*) 16 x 2 adalah komponen yang berfungsi sebagai tampilan data angka dan huruf yang akan digunakan pada alat monitoring suhu, kelembaban serta partial dischargeberbasis IOT. Digunakan sebagai *interface* antara sistem dan *user* untuk menyampaikan informasi yang telah didapatkan input atau sensor sistem untuk kemudian dapat diterima oleh *user*.



Gambar 2. 10 LCD (Liquid Cristal Display) 16x2

Tabel 2. 3 Dataset Pin Pada LCD

No.Pin	Nama	Keterangan
1	GND	<i>Ground</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Contras</i>
4	RS	<i>Register Select</i>
5	RW	<i>Read/Write</i>
6	E	<i>Enable</i>
7-14	D0-D7	Data bit 0-7
15	A	Anoda ( <i>back light</i> )
16	K	Katoda ( <i>back light</i> )

#### **2.4.4.Adaptor**

Power supply atau catu daya adalah salah satu hardware di dalam perangkat computer yang berperan untuk memberikan suplai daya. Biasanya komponen power supply ini bisa ditemukan pada chassing komputer dan berbentuk persegi. Pada dasarnya power supply membutuhkan sumber listrik yang kemudian diubah menjadi energi yang menggerakkan perangkat elektronik. Sistem kerjanya cukup sederhana yakni dengan mengubah daya 120V ke dalam bentuk aliran dengan daya yang sesuai kebutuhan komponen - komponen tersebut. Sesuai dengan pengertian power supply pada komputer, maka fungsi utamanya adalah untuk mengubah arus AC menjadi arus DC yang kemudian diubah menjadi daya atau energi yang dibutuhkan komponen - komponen pada computer.



*Gambar 2. 11 Adaptor*

#### **2.4.5.Heater**

Heater adalah alat yang berfungsi untuk menjaga komponen-komponen kubikel dari kelembapan udara, karena kelembapan udara bisa menimbulkan bercak-bercak kotoran sehingga bercak kotoran akan menjadi karatan di peralatan kubikel. Alat ini di operasikan pada tegangan 220 Volt dan akan tetap beroperasi walaupun kubikel dalam kondisi normal/off maupun saat terhubung ke bumi.Heater juga terdapat pada Kubikel Metering dan *Outgoing*.



Gambar 2. 12 Heater

#### 2.4.6. Blynk

Aplikasi blynk merupakan aplikasi yang disesain untuk mengerjakan pekerjaan IoT (Internet Of Thing). Aplikasi ini dapat mengontrol piranti keras melalui jarak jauh. Ia bisa digunakan untuk menampilkan data sensor, penyimpanan data tersebut dan berbagai pekerjaan menarik lainnya.

Terdapat tiga komponen utama dalam dalam aplikasi ini.

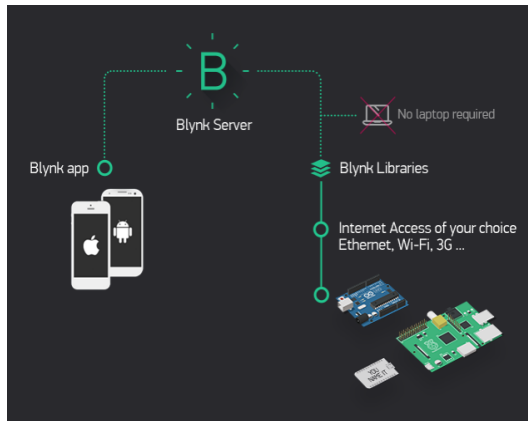
1. Aplikasi blynk disebut sebagai blynk App Aplikasi ini mengizinkan pengguna memiliki tampilan yang menarik bagi proyek yang sedang dikerjakan menggunakan widget yang telah disediakan
2. Blynk Server

Komponen ini bertanggung jawab untuk semua komunikasi data yang terjadi antara piranti keras dan piranti lunak. Pengguna juga bisa memanfaatkan blynk cloud dan dijalankan dalam koneksi lokal, komponen ini bersifat open source kompatibel dengan banyak mesin.

3. Blynk Libraries

Digunakan untuk mengizinkan terjadinya komunikasi diantara server dan semua perintah berupa proses masukan maupun keluaran.





Gambar 2. 13 Blynk

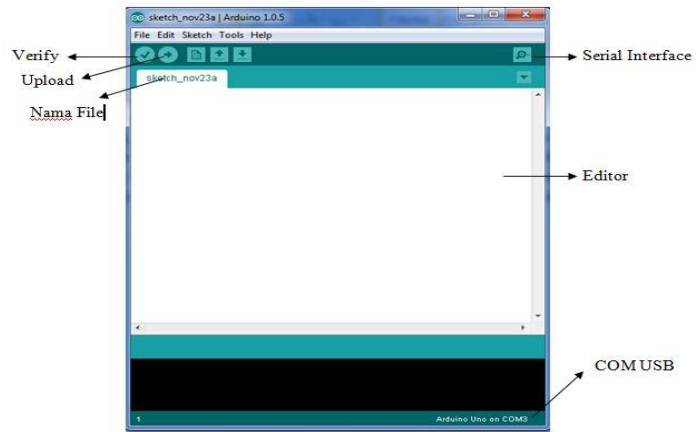
#### 2.4.7. Arduino IDE

IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial. Perangkat ini merupakan pengendali mikro single board yang bersipat open source yang difungsikan untuk memudahkan pengguna elektronika pada software ini menggunakan Bahasa programan berupa Bahasa C++ yang sederhana serta fungsi-fungsinya lengkap.

IDE arduino terdiri dari :

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Verify*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi *code* biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami bahasa *processing*, yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah *code* biner. Itulah sebabnya *verify* diperlukan dalam hal ini.
3. *Upload*, sebuah modul yang memuat kode biner dari computer ke dalam memori NodeMCU. Sebuah kode program arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.
4. *New Sketch*, Membuka window dan membuka *sketch* baru
5. *Open Sketch*, Membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat, *sketch* yang sudah dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file.ino

6. *Save Sketch*, Menyimpan *sketch* tapi tidak disertai dengan mengkompilasi
7. *Serial Monitor*, Membuka *interface* untuk komunikasi *serial*



Gambar 2.1 Tampilan Editor Arduino IDE

Gambar 2. 14 Software Arduino IDE



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penulisan skripsi ini adalah seperti gambar diagram alir sebagai berikut:

Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya pada tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Kontrol Suhu dan Kelembaban Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik Kubikel 20 Kv”. Zuansah Rahmat Munggaran, 2015. Penelitian ini membahas mengenai energi yang dihasilkan oleh partial discharge berupa energi elektromagnet. Penelitian ini hanya memonitoring suhu dan kelembaban pada kubikel 20 kV menggunakan sensor DHT11.



Gambar 3. 1 Flowchart Metode Penelitian

### 3.2. Pengamatan

Pengamatan atau observasi merupakan pengumpulan data penelitian dengan melihat alat sebelumnya yang telah dibuat dan penulis akan mengembangkan kekurangan alat tersebut sehingga penulis bisa menciptakan alat yang lebih sempurna dari alat yang sebelumnya telah dibuat sebelumnya. Untuk ringkasan

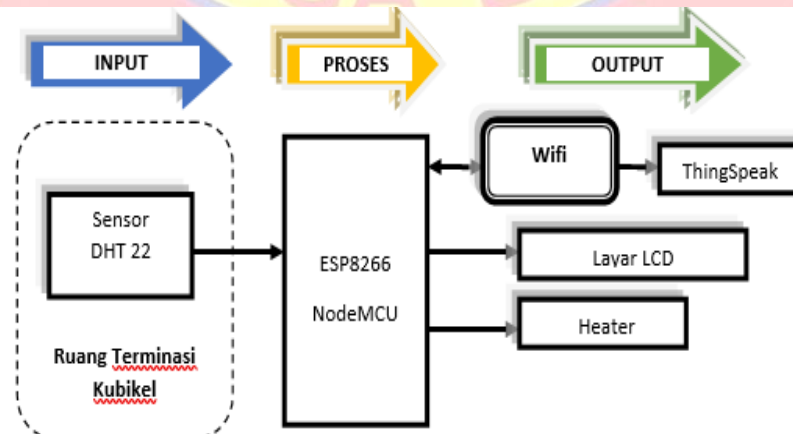
### 3.3. Studi Literatur

Studi literatur disini merupakan tahapan memahami dan mempelajari konsep-konsep yang terkait dengan system monitoring temperature dan humidity secara umum yang kemudian dikhususkan ke konsep-konsep tentang system monitoring suhu dan kelembaban yang dilakukan pada ruang terminasi kubikel 20kV. Konsep-konsep tersebut antara lain:

1. Pengertian sistem monitoring suhu.
2. Pengertian system monitoring kelembaban.
3. Programan yang dilakukan pada ESP8266 untuk sensor DH22 dan platform Blynk APP.
4. Implementasi pada ruang terminasi kubikel menggunakan sensor DHT22 dan NodeMCU.

### 3.4. Perancangan Alat

Pada tahap ini merupakan tahap perakitan setiap komponen yang digunakan baik mencakup komponen dari perangkat hardware maupun pada perakitan perangkat lunak yang menggunakan software Arduino IDE.



Gambar 3. 2 Komponen Yang Digunakan



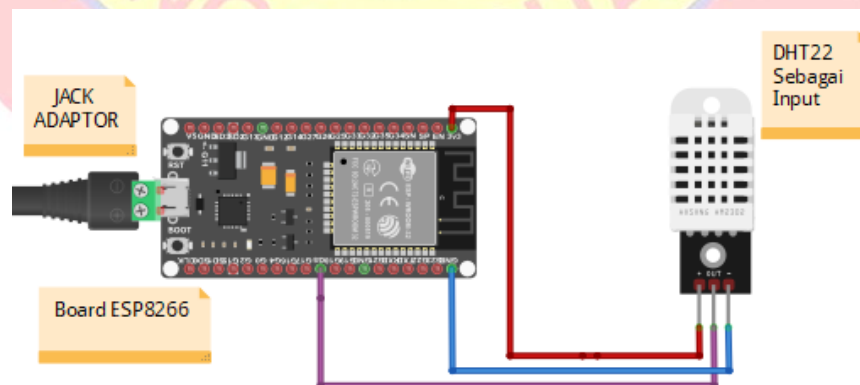
Dari gambar diagram blok di atas dapat kita lihat bahwa data yang diukur dan diambil oleh sensor yang digunakan yaitu sensor dht22 akan diolah melalui board esp8266, yang akan memproses hasil data pengukuran yang dilakukan oleh sensor untuk ditampilkan melalui lcd dan tampilan platform thingpeak serta memberikan perintah atau intruksi untuk mengaktifkan komponen heater sebagai bagian dari proses output Ketika mencapai suhu atau kelembaban tertentu sesuai standart yang diterapkan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

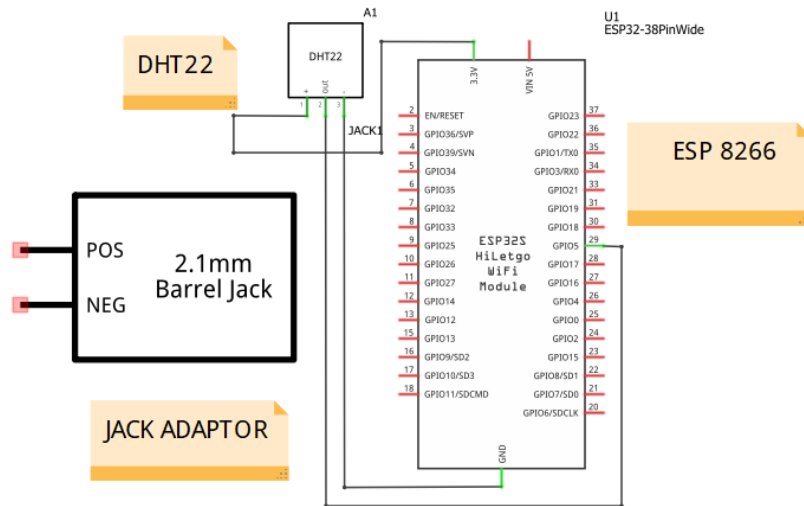
1. Sensor DHT22 Sebagai Input
2. Board ESP8266
3. Adaptor
4. LCD
5. Heater
6. komponen asesoris

### 3.4.1. Rangkaian Input Sensor DHT22

Rangkaian ini merupakan rangkaian yang menghubungkan antara sensor DHT22 dengan esp8266 sebagai nodeMCU yang berfungsi untuk membaca kondisi suhu dan kelembaban secara *realtime* diruang terminasi pada kubikel 20 kV. Dalam melakukan pemrograman dan melakukan parameter setting untuk mengawasi kenaikan suhu pada nilai setpoint yang telah ditetapkan



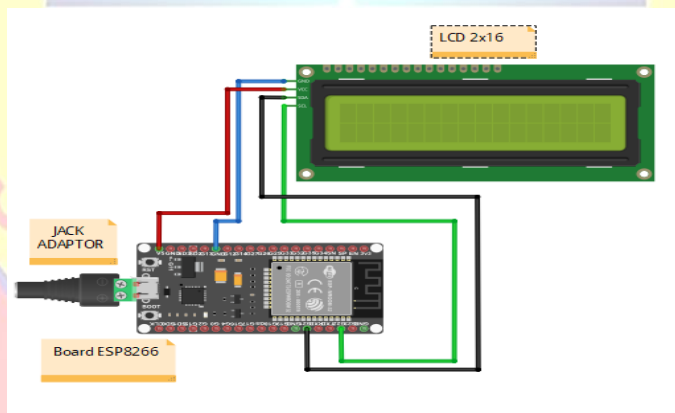
Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor DHT22



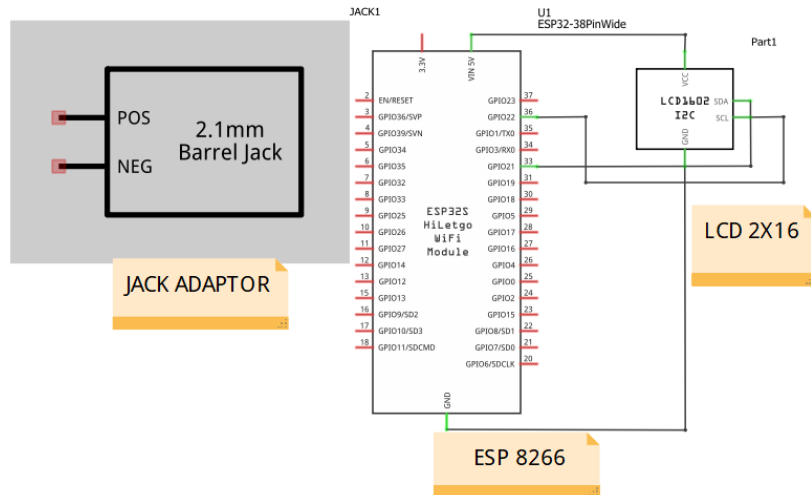
Gambar 3. 4 Skematik Rangkaian Sensor DHT22

### 3.4.2. Rangkaian Input LCD 2 x 16

Pada Rangkaian ini terdapat komponen esp8266 yang terkoneksi dengan lcd untuk menampilkan parameter yang telah diukur oleh sensor untuk kondisi suhu didalam ruang terminasi pada kubikel 20 kV.



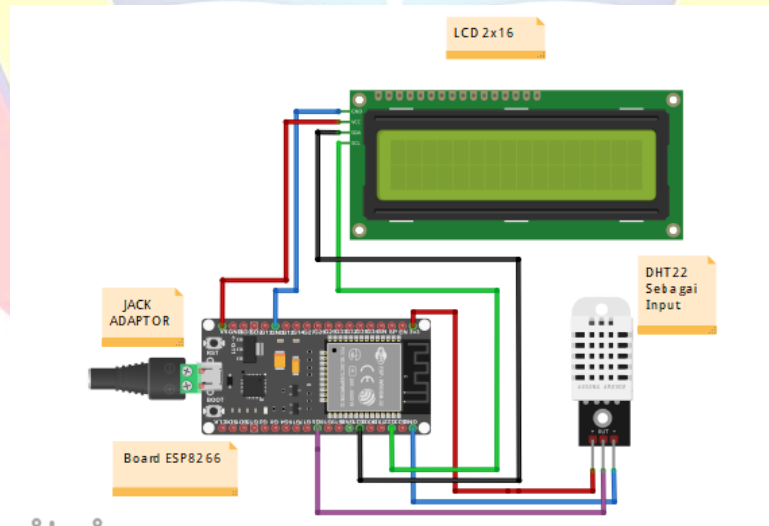
Gambar 3. 5 Diagram Rangkaian LCD



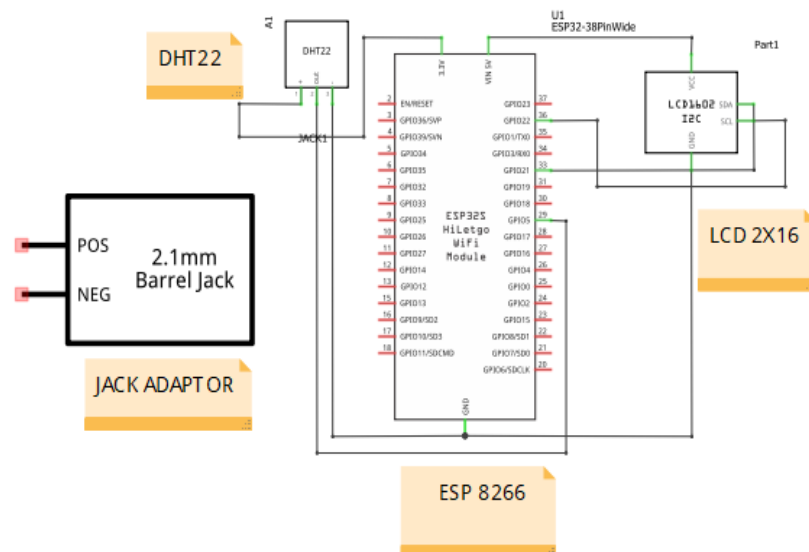
Gambar 3. 6 Diagram Skematik Rangkaian Sensor DHT22

### 3.4.3. Rangkaian Keseluruhan perancangan

Merupakan rangkaian keseluruhan dari perancangan yang akan dibuat Rangkaian ini terdapat komponen rangkaian dht22 sebagai input, rangkaian esp8266 sebagai rangkaian pengelolah dan akan memproses data pengukuran un tuk ditampilkan pada lcd dan tampilan blynk sehingga dapat memonitoring kondisi suhu didalam ruang terminasi pada kubikel 20 kV mencapai nilai yang telah ditetapkan.



Gambar 3. 7 Diagram Keseluruhan Perancangan



Gambar 3. 8 Skematik Keseluruhan Perancangan

### 3.5. Sistematika Penulisan

Tempat penelitian dan pengambilan data dilaksanakan di gardu hubung GH126 pada incoming JIAC 4 MPS1 bandara soekarno hatta yang bersumber dari gardu induk Tangerang lama dengan Langkah Langkah sebagai berikut.

4. Persiapan Komponen Kebutuhan Perancangan
5. Perakitan Alat Perancangan
6. Pengujian Alat Perancangan
7. Pengambilan Data Pada Object
8. Pengolahan Data
9. Analassi Data

### 3.6. Persiapan komponen

dalam melakukan perancangan merupakan tahap persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat alat monitoring suhu serta kelembaban juga pada ruang terminasi kubikel 20 kV. Persiapan ini mencakup keseluruhan baik persiapan *hardware* dan persiapan *software*.



Tabel 3. 1 Komponen Yang Digunakan

No	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi Pada Rancangan
1	DHT 22	1	Berfungsi sebagai sensor pengukur suhu dan kelembaban
2	Esp8266	1	Berfungsi sebagai platform mikrokontroler
3	Lcd 2 x 16	1	Berfungsi sebagai layar yang akan menampilkan hasil dari pengukuran sensor
4	Kabel Jumper	Secukupnya	Digunakan sebagai konduktor penghubung rangkaian
5	Adaptor	1	Berfungsi untuk memberikan supply tegangan pada platform mikrokontroler
6	Laptop	1	Sebagai perangkat untuk memprogram arduino IDE
7	Heater	1	Berfungsi sebagai penghangat ruangan terminasi pada kubikel

1. Sensor DHT22

Dalam membuat *project* ini sensor dht22 digunakan sebagai sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembaban pada kubikel, sensor ini akan ditempatkan didalam ruang terminasi pada kubikel 20 kV sehingga dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban yang nilai pengukurannya dapat ditampilkan pada blynk dan LCD.

2. ESP8266

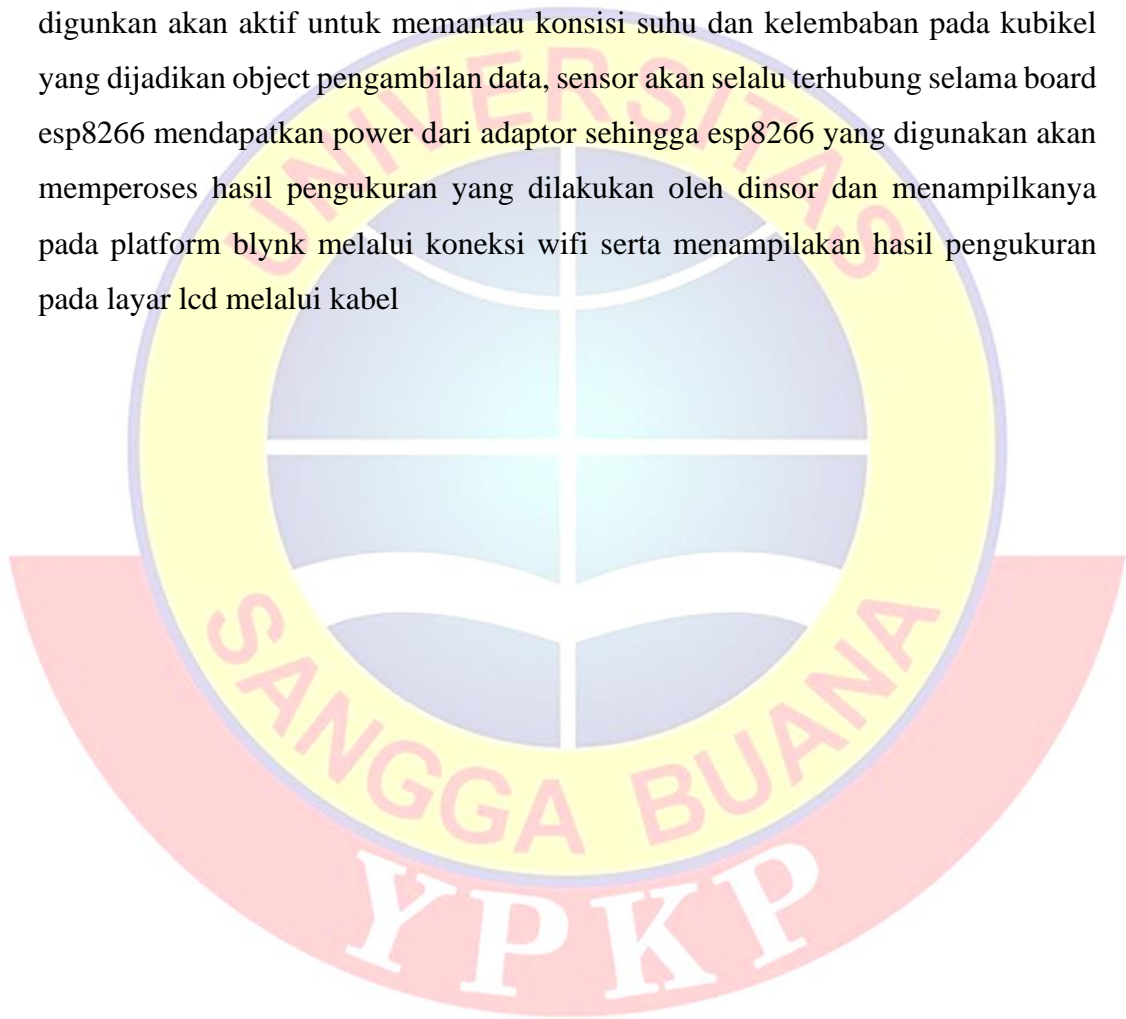
adalah platform mikrokontroller berbasis WI-FI, memiliki prosesor 32 bit RISC CPU *running* at 80MHz, memiliki *General Purpose Input Output* (GPIO) 16 pins dan memiliki 4MB *flash* memori serta dilengkapi ic USB to serial sehingga tidak perlu membeli modul *usb to serial* secara terpisah, memiliki koneksi USB sebagai *input* daya serta tombol riset berfungsi untuk menghapus program yang ingin dihilangkan jika ingin membuat program yang baru.

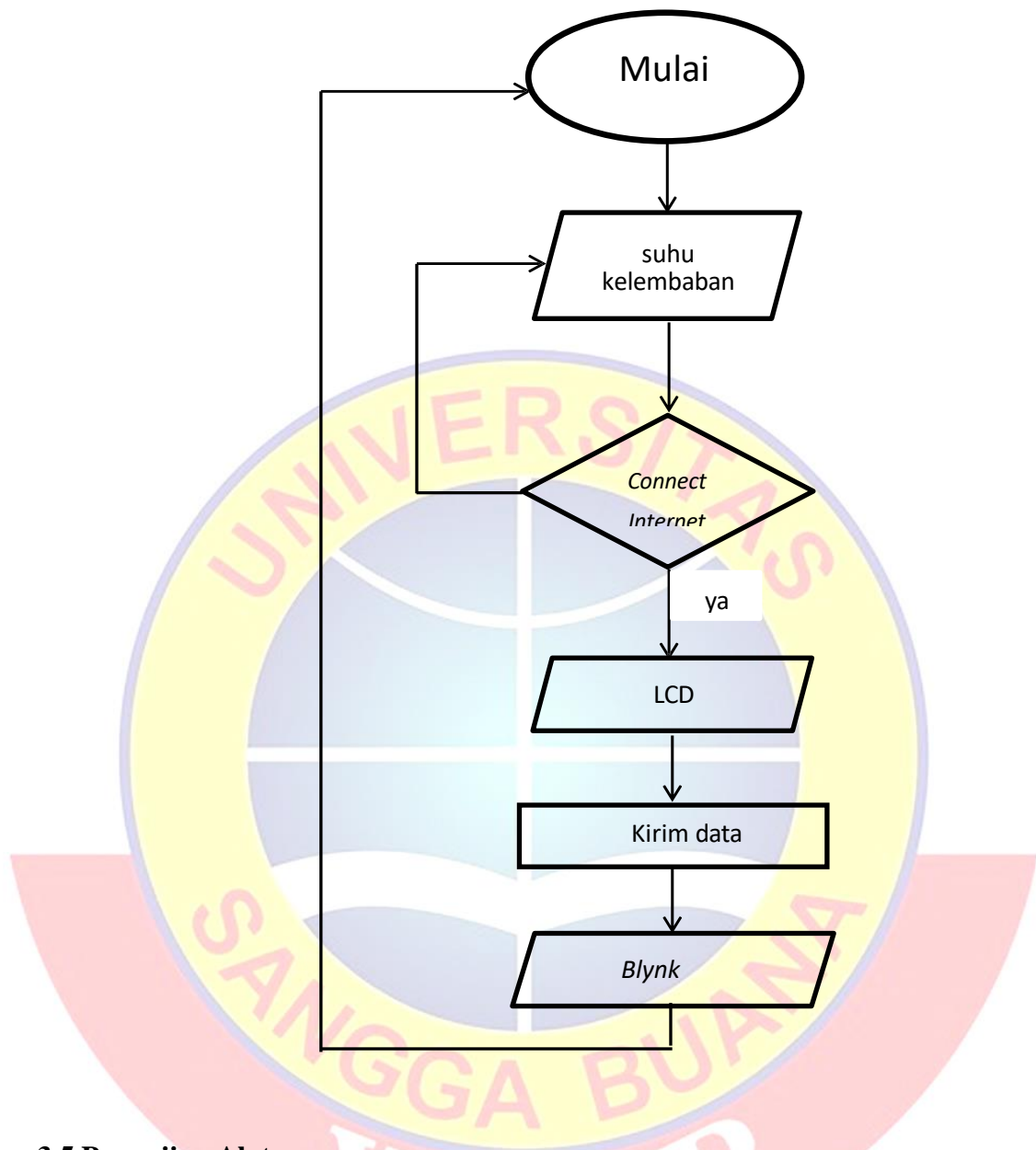
3. LCD (*Liquid Cristal Display*)

Dalam pembuatan project lcd berfungsi sebagai layar yang akan menampilkan nilai dari hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor yang terpasang. Lcd akan menampilkan nilai suhu, kelembaban serta *partial discharge* yang diletakan pada objek.diperlukan untuk mendukung programan esp8266, untuk melakukan koneksi diperlukan kabel data USB yang digunakan untuk mentransfer data program dari arduino IDE

### **3.7. Flowchat Sistem**

Pada Saat implementasi perancangan yang telah dibuat sensor DHT22 yang digunakan akan aktif untuk memantau konsisi suhu dan kelembaban pada kubikel yang dijadikan object pengambilan data, sensor akan selalu terhubung selama board esp8266 mendapatkan power dari adaptor sehingga esp8266 yang digunakan akan memproses hasil pengukuran yang dilakukan oleh dinsor dan menampilkanya pada platform blynk melalui koneksi wifi serta menampilkan hasil pengukuran pada layar lcd melalui kabel





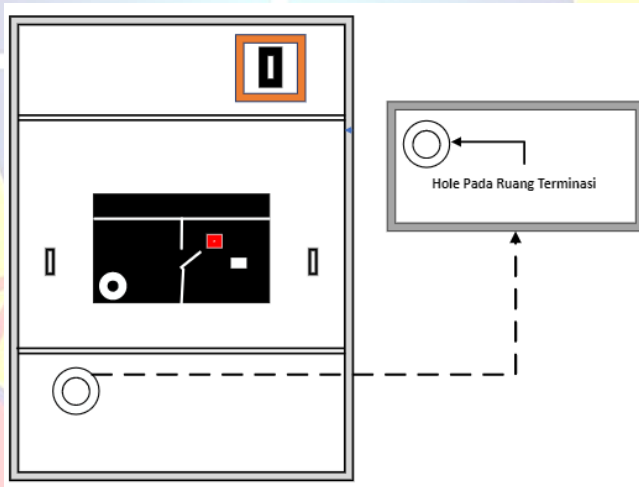
### 3.5. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk memastikan apakah alat yang telah dibuat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat blynk dan juga LCD apakah data sudah dapat terbaca. Jika data sudah terbaca maka alat yang dibuat berjalan dengan baik.

Pengambilan data berfungsi untuk memproses data yang di dapat dari hasil proses pengukuran yang dilakukan oleh sensor dan instrument didalamnya yang digunakan. Sehingga dapat memonitor data selama periode pemantauan, hal ini yang memungkinkan penulis untuk mendapatkan skema yang komprehensif sebagai metode pengukuran secara langsung pada kubikel yang dijadikan objek penelitian mengenai suatu kondisi yang akan dijadikan objek pemantauan. Dalam melakukan pengambilan data akan ada beberapa data yang akan penulis ambil didalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

### 3.6.Tempat Pengambilan Data dan Implementasi

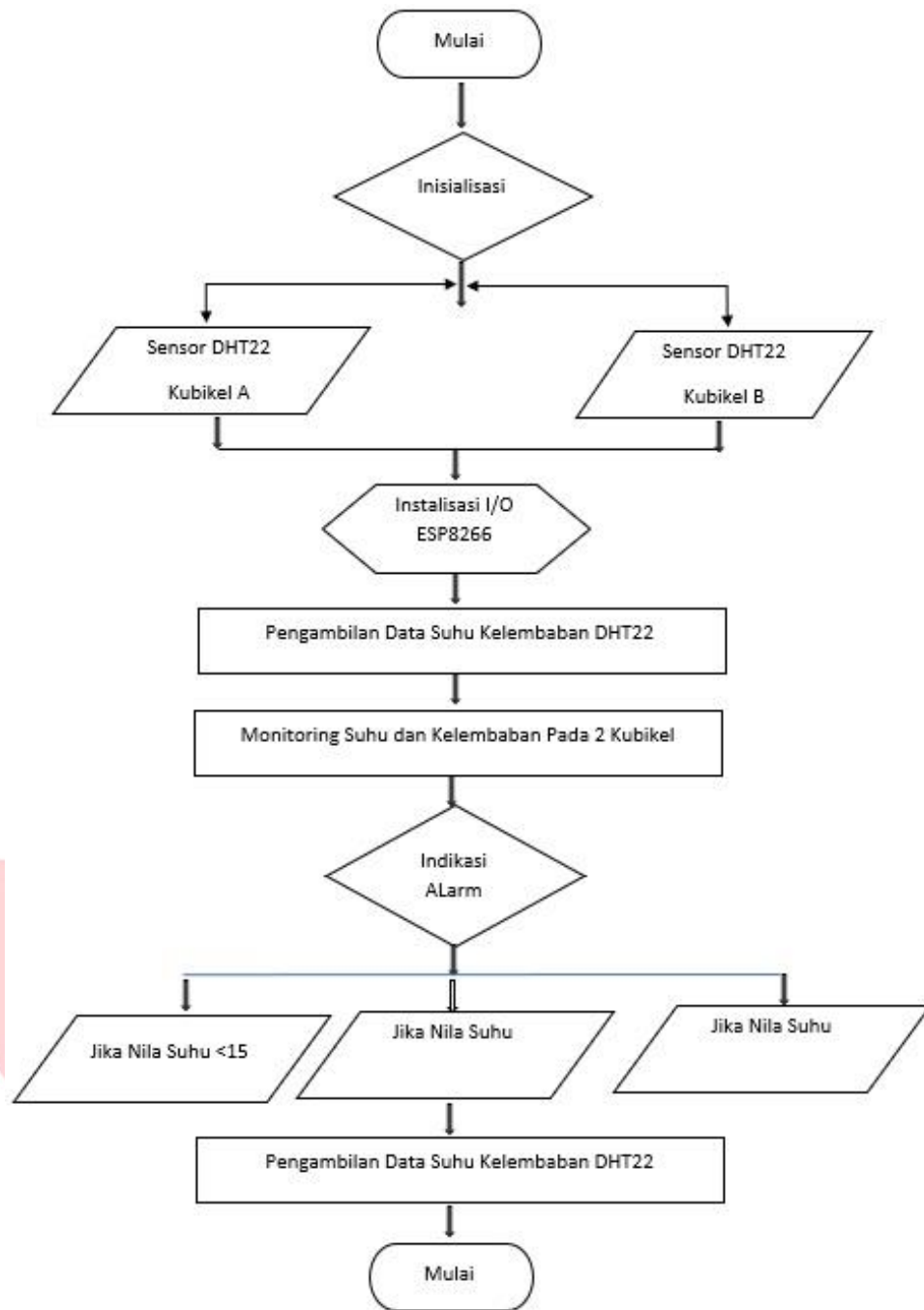
Pada saat pengambilan data yang dilakukan pada objek implementasi perancangan alat yang dibuat. Alat akan di implementasikan pada ruang terminasi kubikel 20 kV yang sebelumnya telah dibuat *mainhole* sebagai tempat masuk serta tempat meletakkan sensor sensor dht22 yang akan memonitoring suhu, kelembaban pada ruang terminasi.



Gambar 3. 9 Objek Penelitian

Pada gambar 3.9 merupakan design objek sebagai tempat pengambilan data dan implementasi pada ruang terminasi kubikel yang nantinya data akan diambil pada kompartement bawah yang memiliki *hole*.

## Flowchat Sistem Kerja





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian Sistem monitoring temperatur dan humidity pada ruang terminasi kubikel 20 kv gardu bandar udara soekarno-hatta , pada tugas akhir ini membandingkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban. Proses monitoring yang berbasis nodeMCU sehingga membantu petugas *operation maintenance* (OM) mendapat informasi secara *realtime* kondisi suhu,kelembaban dan pada kubikel tegangan menengah 20 kV secara *online*.

**4.1.**

#### **4.2. Desain Sistem**

Pada bagian ini akan menjelaskan secara keseluruhan bagaimana desain sistem pada penelitian “Perancangan dan Implementasi IOT Pada Ruang Terminasi Kubikel Sebagai Monitoring ”

#### **4.3. Perancangan *Hardware***

Perancangan *hardware* pada penelitian ini merupakan tahap pembuatan alat bagian *hardware* mulai dari pembuatan komponen yang digunakan yang akan dipasangkan pada box akrilik sebagai tempat menempatkan komponen, perancangan *wiring mikrokontroller* dengan sensor dht22 sebagai sensor suhu dan kelembaban serta sensor *microphone sound sensor* sebagai *sensor* suara yang akan memonitoring aktivitas gelombang suara , perancangan *wiring mikrokontroller* dengan LCD dan *output buzzer* sebagai alarm.



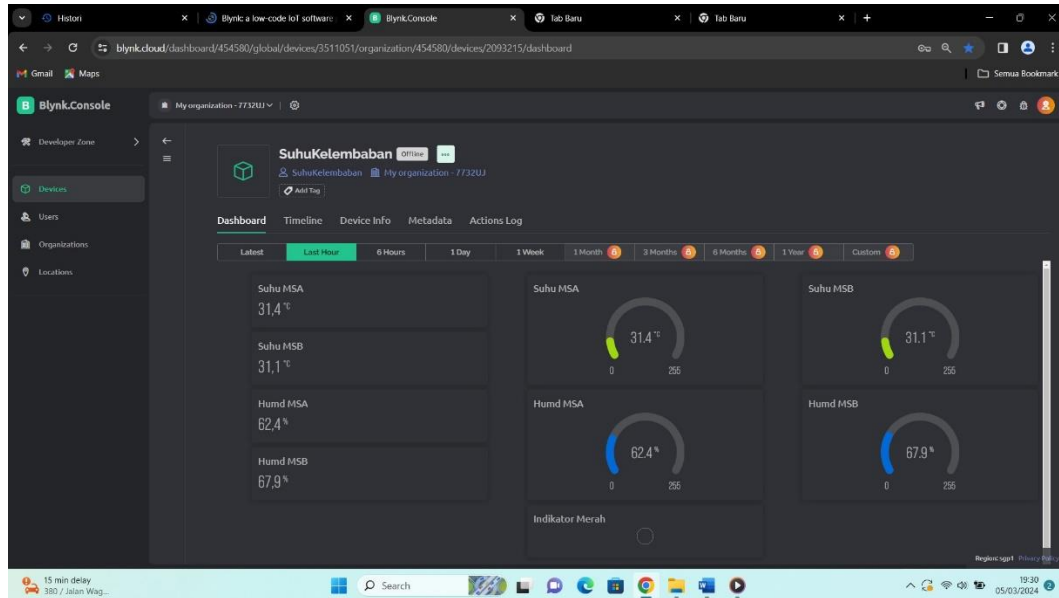
*Gambar 4. 1 Perancangan Hardware*

Gambar 4.1. adalah gambar dari hasil perancangan *hardware* yang telah dibuat pada penelitian ini. Terdapat sensor dht22 sebagai sensor yang mendeteksi suhu dan kadar kelembaban serta sensor suara digunakan untuk mendeteksi gelombang suara akibat , wemos d1 r2 sebagai nodeMCU, *power supply* 9V, *buzzer*, layar LCD dan box akrilik. *Wiring* setiap komponen telah ditentukan pada BAB 3 penelitian ini oleh karena itu wiring *hardware* harus sesuai dengan BAB 3.

#### **4.4. Perancangan Software**

Perancangan *software* pada penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *software* Arduino IDE untuk membuat program yang akan dimasukkan kedalam *bord* wemos d1 r2 sebagai *microkontroller*. Selain menggunakan *software* Arduino IDE penelitian ini juga menggunakan *website blynk*. *website blynk* akan digunakan untuk mem-visualisasikan data berbasis *internet of things* (IOT) sehingga data pada alat monitoring suhu dan kelembaban serta dapat dilihat dari jarak jauh menggunakan *website* tersebut . program *field* untuk *website blynk* yang berfungsi menampilkan nama data yang akan ditampilkan sebagai indikator yang akan diukur pada serial monitor yang akan menampilkan pembacaan data suhu, data kelembaban dan data di *website blynk*, pada program tersebut dalam pembuatan

perancangan terdapat 3 *field* data yang akan ditampilkan data suhu, data kelembaban dan juda data .



Gambar 4. 2 Website Blynk

Pembuatan program pada Arduino IDE selesai dilakukan selanjutnya adalah pembuatan *website* dan konfigurasi pada *website blynk*. Pembuatan *website blynk* dapat dilakukan dengan menggunakan *google chrome* atau *software* pencarian lain dengan mengakses *blynk.com* pada kotak pencarian. Setelah terbuka maka buat akun *blynk* dan login jika sudah berhasil login maka selanjutnya adalah membuat *channel-id* pada *website blynk* sesuai kebutuhan. Gambar 4.8. adalah tampilan *channel-id* dan *apikey* yang telah dibuat pada penelitian ini.

#### 4.5. Integritasi Sistem

langkah selanjutnya adalah perlu dilakukan integritasi sistem antara *hardware* dan *software* sehingga keduanya dapat terkoneksi dan berjalan dengan baik. Integrasi sistem disini adalah proses memasukkan program yang telah dibuat ke Arduino IDE ke Wemos d1 r2 dan juga mengoneksikan jaringan internet pada NodeMCU sehingga terkoneksi dengan jaringan internet. Apabila kedua proses ini maka dapat di pastikan antara *hardware* dan *software* dapat berjalan dengan baik.

Tahap perancangan *hardware*, perancangan *software* dan integrasi sistem harus diperhatikan dengan baik sehingga alat yang dibuat dapat berjalan sesuai tujuan yang di harapkan. Proses perancangan alat ini adalah tahapan penting karena jika alat yang dibuat tidak berjalan dengan yang diharapkan maka nilai atau data yang akan diolah juga menjadi tidak maksimal. Oleh karena itu setelah alat berhasil dibuat maka perlu dilakukan pengujian apakah alat yang dibuat sesuai harapan atau tidak. Jika terjadi masalah pada saat pengujian maka proses pembuatan alat harus diulang sampai tidak terdapat masalah pada tahap pengujian alat.

#### 4.6. Pengujian Sistem

Pengujian alat bertujuan untuk menentukan apakah alat dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Jika alat memiliki masalah, perlu untuk memeriksa kembali pada alat dan komponen yang digunakan. Jika alat berjalan dengan benar sehingga alat dapat menampilkan nilai pada blynk dan juga ditampilkan pada layar LCD. Pengujian pada *blynk* dan layar LCD bertujuan untuk menentukan apakah *blynk* dapat menampilkan nilai baca sensor yang digunakan. Pada pengujian ini sensor suhu dan kelembaban serta sebelum sensor dipasang pada objek ruang terminasi kubikel.

Tabel 4. 1 Pengujian Alat

No	Pengujian Alat	
<b>Pengukuran Pada Website Blynk</b>		
1	Pengujian Suhu	Nilai Tampil
2	Pengujian Kelembaban	Nilai Tampil
<b>Pengukuran Pada Layar LCD</b>		
3	Pengujian Suhu	Nilai Tampil
4	Pengujian Kelembaban	Nilai Tampil



Tahap selanjutnya adalah pengujian sensor suhu dan kelembaban dengan melakukan metode pengukuran langsung pada lokasi kubikel 20 kV yang dibandara soekarno-hatta. Dengan menampilkan nilai yang dibaca oleh alat pengukuran manual dan juga pengukuran sensor yang akan di tampilkan pada *blynk* dan juga layar LCD. Dimana pengukuran dilakukan secara bersamaan antara alat manual dengan alat pengukuran oleh sensor.

#### 4.6.1. Analisa hasil penelitian

Analisa hasil penelitian adalah tahap terakhir pada penelitian ini yang akan membahas tentang akurasi dan galat dari alat yang akan dibuat pada penelitian ini. Analisis hasil penelitian ini berdasarkan hasil yang didapat pada tahap pengolahan data. Pada tahap pengolahan data sudah diketahui perbandingan nilai dari pengukuran manual, pengukuran alat pada blynk dan pengukuran pada layar LCD. Nilai perbandingan pada pengolahan data akan dicari galat sesuai dengan rumus baik itu galat nilai suhu, kelembaban pada objek dan juga galat nilai gelombang suara . Galat perlu dicari untuk menentukan apakah alat yang dibuat pada penelitian ini menghasilkan nilai yang akurat atau juga menghasilkan error yang kecil. Setelah mengetahui galat dari alat yang dibuat pada penelitian ini maka selanjutnya akan dapat disimpulkan apakah alat yang dapat dibuat layak digunakan atau tidak. Pada tahap analisis hasil dalam menentukan tingkat akurasi dan error maka digunakan rumus sebagai berikut:

% Error didapatkan dari rumus :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Nilai Terbaca} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Terbaca}} \times 100\%$$

#### 4.6.2. Analisis Data Suhu

Data yang disajikan pada bagian ini berupa data hasil pengambilan data suhu yang telah melakukan tahap pengolahan data, yang selanjutnya melakukan analisis data saat observasi, data hasil observasi di lapangan dengan melakukan metode pengukuran nilai suhu langsung pada kubikel yang dijadikan objek penelitian. Berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan penelitian yang dilaksanakan dengan



sample pada kubikel MSE maka pada tahap ini data akan di analisis untuk mengetahui nilai galat pada selisih pada nilai suhu.

Tabel 4. 2 Galat Pengukuran Suhu Manual Dengan Blynk

Galat Pengukuran Nilai Suhu Manual Dengan Blynk					
Sample Data	Menit	Pengukuran Suhu Manual (°C)	Pengukuran Suhu Pada Blynk (°C)	Selisih Nilai Suhu (°C)	Galat Nilai Suhu (%)
1	3	32,5	32,4	0,10	0,30%
2	6	32,6	32,4	0,20	0,61%
3	9	32,6	32,4	0,20	0,61%
4	12	32,3	32,3	0	0%
5	15	32,6	32,3	0,30	0,92%
6	18	32,3	32,3	0	0%
7	21	32,5	32,3	0,20	0,61%
8	24	32,3	31,9	0,40	1,23%
9	27	32,3	31,7	0,60	1,85%
10	30	32,3	31,7	0,60	1,85%
Rata-Rata Galat					0,80%

Tabel 4.17 merupakan tabel untuk mencari nilai galat pada data suhu yang dilakukan pada objek ruang terminasi antara pengukuran manual dengan pengukuranyang dilakukan oleh sensor dht22 sebagai sensor suhu hasil pengukuran akan ditampilkan pada *blynk*. Nilai galat suhu pada tabel tersebut memiliki pembacaan yang galat yang paling besar yaitu 1,85% pada pengukuran dimenit ke-27 dan menit ke-30. Selisih terbesar hanya ada dua dari 10 kali percobaan selisih galat suhu tersebut masih masuk kedalam nilai toleransi jika dihitung secara rata-rata. Oleh karna itu untuk menghindari pembacaan nilai yang tinggi pada selisih nilai suhu data diambil sebanyak 10 kali, karna semakin banyak data yang diambil maka semakin baik

Tabel 4. 3 Galat Pengukuran Suhu Manual Dengan LCD

Galat Pengukuran Nilai Suhu Manual Dengan LCD					
Sample Data	Menit	Pengukuran Suhu Manual (°C)	Pengukuran Suhu Pada LCD (°C)	Perbandingan Nilai Suhu (°C)	Galat Nilai Suhu (%)
1	3	32,5	32,4	0,10	0,30%
2	6	32,6	32,3	0,30	0,92%
3	9	32,6	32,3	0,30	0,92%
4	12	32,3	32,3	0	0%
5	15	32,6	32,5	0,10	0,30%
6	18	32,3	32,3	0	0%
7	21	32,5	32,1	0,40	1,23%
8	24	32,3	31,9	0,40	1,23%
9	24	32,3	31,7	0,60	1,85%
10	30	32,3	31,8	0,50	1,54%
Rata-Rata Galat					0,83%

Tabel 4.18 merupakan tabel untuk mencari nilai galat pada data suhu yang dilakukan pada objek ruang terminasi antara pengukuran manual dengan pengukuranyang dilakukan oleh sensor dht22 sebagai sensor suhu hasil pengukuran akan ditampilkan pada *blynk* . dalam pengukuran yang dilakukan sebanyak 10 kali denagan selisih waktu 3 menit, terlihat nilai galat yang terbesar berada pada hasil pengukuran di menit ke-6 dengan nilai galat mencapai 1.85%, nilai terbaca pada pengukuran manual yang di jadikan acuan adalah 32,3°C namun pada pengukuran sensor ditampilkan *blynk* memiliki nilai 31,7°C Selisih terbesar hanya ada satu dari 10 kali percobaan selisih galat suhu tersebut masih masuk kedalam nilai toleransi jika dihitung secara rata-rata.

#### 4.6.3. Analisis Data Kelembaban

Tabel 4. 4 Galat Pengukuran Kelembaban Manual Dengan Blynk

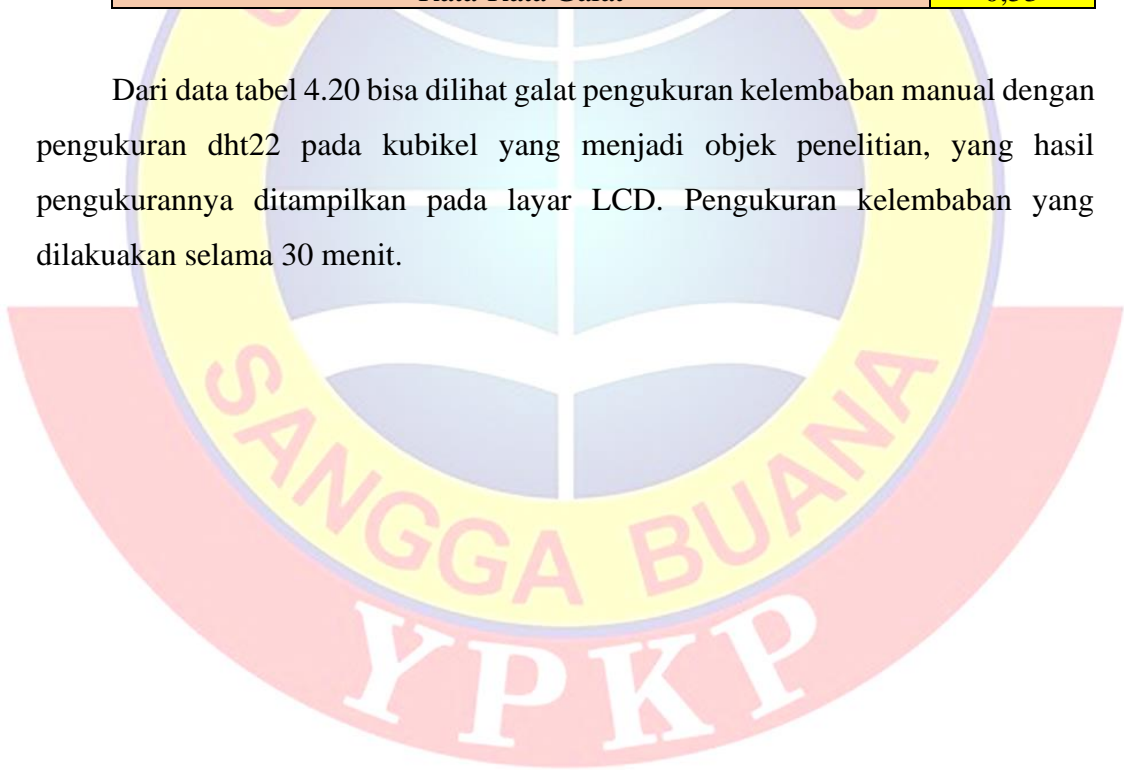
Galat Pengukuran Nilai Kelembaban Manual Dengan Blynk					
Sample Data	Menit	Pengukuran Kelembaban Manual (RH)	Pengukuran Kelembaban Pada Blynk (RH)	Perbandingan Nilai Kelembaban (RH)	Galat Nilai Suhu (%)
1	3	67,8	67,8	0	0%
2	6	68,1	67,9	0,20	0,29%
3	9	67,9	67,8	0,10	0,14%
4	12	68,0	68,2	0,20	0,29%
5	15	67,8	68,3	0,50	0,73%
6	18	67,9	68,4	0,50	0,73%
7	21	67,0	67,8	0,80	1,19%
8	24	67,2	67,8	0,60	0,89%
9	24	67,9	67,8	0,10	0,14%
10	30	68,1	67,5	0,60	0,88%
Rata-Rata Galat					0,53%

Berdasarkan Dari data kelembaban yang telah dilakukan perbandingan sebelumnya, maka akan dibuat tabel perhitungan galat nilai kelembaban seperti perhitungan galat pada nilai suhu dengan menggunakan rumus perhitungan yang sama, pada tabel 4.16 merupakan tabel perhitungan nilai galat kelembaban antara pengukuran manual menggunakan *humidity* meter dengan pengukuran yang dilakukan sensor dht22 yang akan ditampilkan pada *blynk*. Dari hasil hitungan galat nilai kelembaban tertinggi terdapat pada menit ke-21 dengan nilai galat 1,19 %.

Tabel 4. 5 Galat Pengukuran Kelembaban Manual Dengan LCD

<b>Galat Pengukuran Nilai Kelembaban Manual Dengan LCD</b>					
Sample Data	Menit	Pengukuran Kelembaban Manual (RH)	Pengukuran Kelembaban Pada LCD (RH)	Perbandingan Nilai Kelembaban (RH)	Galat Nilai Suhu (%)
1	3	67,8	67,9	0,10	0,14%
2	6	68,1	68,2	0,10	0,14%
3	9	67,9	68,2	0,30	0,44%
4	12	68,0	68,3	0,30	0,44%
5	15	67,8	68,3	0,50	0,73%
6	18	67,9	68,5	0,60	0,88%
7	21	67,0	68,0	1	1,49%
8	24	67,2	67,6	0,40	0,59%
9	24	67,9	68,0	0,10	0,14%
10	30	68,1	67,9	0,20	0,29%
<b>Rata-Rata Galat</b>					<b>0,53</b>

Dari data tabel 4.20 bisa dilihat galat pengukuran kelembaban manual dengan pengukuran dht22 pada kubikel yang menjadi objek penelitian, yang hasil pengukurannya ditampilkan pada layar LCD. Pengukuran kelembaban yang dilakukan selama 30 menit.



#### 4.7. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini, tahap ini akan menjelaskan mengenai fungsi pada alat perancangan sebagai alat yang dapat memonitoring suhu, kelembaban dan gelombang suara *berbasis IoT* yang akan diimplementasikan pada kubikel sebagai objek penelitian. Sesuai dengan setpoint yang telah setting sebagai indikasi pengingat (alarm) waktu pada *buzzer* akan ditentukan berdasarkan *setpoint* yang telah ditentukan berdasarkan pedoman batas aman standar nilai dan nilai suhu pada ruang terminasi kubikel 20 kV, apabila nilai 30dB maka *buzzer* akan menyala pada waktu 10 detik dan jika nilai suhu pada ruang terminasi mencapai suhu 40°C maka *buzzer* akan memberikan idikasi alarm sebagai pengingat dengan waktu menyala selama 2 detik, bila kondisi suhu pada ruang terminasi terus meningkai mencapai 70°C maka delay pada *buzzer* menyala 5 detik waktu ini akan lebih lama dibandingkan dengan kondisi suhu 40°C.

Tabel 4. 6 Pengujian Sistem

Hasil Pengujian Sistem			
No	Kondisi Suhu (°C)	Delay Waktu	Keterangan
1	50°C	2 Detik	Alarm aktif
2	70°C	5 Detik	Alarm aktif

Tabel 4.21 merupakan tabel pengujian sistem pada alat yang telah dirancang yang akan menandakan idikasi sebagai alarm apabila terjadi kenaikan suhu melebihi nilai *setpoint*. Pengujian ketiga kondisi suhu tersebut menandakan keterangan bahwa setiap nilai yang telah ditentukan telah memberikan indikasi alarm sesuai dengan waktu pada sistem.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan tahap perancangan, pengambilan data, pengolahan data dan pengujian alat monitoring suhu, kelembaban dan yang berbasis *internet of things* (IoT), dengan beberapa tinjauan dari hasil pengamatan secara langsung pada kubikel yang dijadikan sebagai objek penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil monitoring suhu, kelembaban dan . Pada tabel 4.6 dengan sistem berbasis IoT pada *blynk* menggunakan wemos d1 r2 sebagai NodeMcu berhasil dilakukan.
2. Penelitian Ini menggunakan tiga metode untuk menguji alat yang dibuat yang diimplementasikan pada ruang terminasi kubikel 20kV yang terdapat indikasi pada panel MSE di Gardu Hubung (GH).
3. Penelitian pada sensor monitoring dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian ini memiliki tingkat akurasi yang baik dengan rata-rata *error* pada pengukuran manual dengan *blynk* yang mencapai nilai 2,30% sedangkan pengukuran manual dengan nilai yang ditampilkan pada layar LCD dengan rata-rata *error* 2,68%.
4. Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk pembacaan suhu dan kelembaban cukup baik karena mendekati nilai suhu yang sesungguhnya. Hal ini dapat dilihat dari akurasi sensor suhu antara pengukuran manual dengan nilai terukur pada *blynk* dengan rata-rata *error* 0,80% pengukuran suhu manual dengan *blynk*, 0,83% rata-rata galat pengukuran manual dengan layar LCD, kelembaban pengukuran manual dengan *blynk* serta pengukuran manual dengan layar LCD diperoleh nilai rata-rata galat yang sama yaitu 0,53%.
5. Akurasi untuk pembacaan suhu, kelembaban dan gelombang suara cukup baik hal ini terlihat pada akurasi sensor antara pengukuran manual dengan pengukuran pada *thingpeak* akurasi nilai suhu 99,20%, nilai

kelembaban 99,47 dan dengan akurasi nilai sebesar 97,70% . untuk nilai akurasi pengukuran manual dengan nilai yang ditampilkan pada layar LCD akurasi suhu 99,17%, akurasi kelembaban 99,47% dan akurasi nilai 97,32%.

## 5.2. SARAN

Berikut ini merupakan beberapa saran yang dapat diberikan agar alat ini dapat menjadi lebih baik untuk ke depannya :

1. Untuk mendapatkan koneksi yang baik antara android dan NodeMCU ESP8266 diharapkan menggunakan internet yang stabil..
2. Apabila rancangan akan diterapkan pada panel tegangan menengah secara *real, platform* IoT dapat diganti dengan menggunakan *WebServer* agar tidak perlu menggunakan 1 jaringan yang sama antara NodeMCU dan Android.
3. Sistem monitoring jarak jauh harus mempertimbangkan efektif dan efisien sehingga perlu analisa lebih jauh apakah sistem monitoring manual dengan memeriksa kondisi panel masih perlu di lakukan atau tidak setelah adanya sistem monitoring dengan WiFi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. dan A. I. Agung, "PENCEGAHAN KEGAGALAN ISOLASI PADA KAgung, A. A. dan A. I. (2019). PENCEGAHAN KEGAGALAN ISOLASI PADA KUBIKEL Annisa Afdilah Abstrak. 703–709.UBIKEL Annisa Afdilah Abstrak," pp. 703–709, 2019.
- [2] A. Maulana, I. A. Bangsa, and A. Stefanie, "Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Pada Drone Skyscraper Berbasis Internet of Things," vol. 5, no. 2, pp. 69–77, 2020.
- [3] D. R. Anom Prabowo, "Studi Keandalan Penggunaan Cubicle 20 kV Double Incoming Dengan Perencanaan Setting ATS Untuk Optimalisasi Pembebanan Pelanggan Diatas 1 MVA Pada PLN APJ Surakarta," 2016.
- [4] Dr. Ir. Djoko Laras Budiyo Taruno, "PANEL KUBIKEL 20kV," 2018.
- [5] Y. Sulistyawan, *Kendali Kelembaban Otomatis Dengan Sensor Kelembaban Sht11 Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. 2011.
- [6] A. Mustika and R. Dewi, "Pengujian Partial Discharge Konfigurasi Elektroda Jarum-Plat Pada Isolasi Udara Menggunakan Metode Elektrik; Detecting Impedance (RC)," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 36–42, 2020, doi: 10.30591/polektron.v9i2.1991.
- [7] N. Pasra, A. Makkulau, and M. O. Abriyanto, "Analisa Efek Korona Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV Pada Gardu Beton," *J. Ilm. SUTET*, vol. 8, no. 2, pp. 103–113, 2018, [Online]. Available: <https://stt-pln.e-journal.id/sutet/article/view/235>
- [8] A. Navis, "Makalah Partial Discharge Mata Kuliah Teknik Tegangan Tinggi Dosen Pembimbing Dr . Liliana ST , M . Eng," no. May, 2020.
- [9] S. Samsugi, A. Ardiansyah, and D. Kastutara, "Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android," *J. Teknoinfo*, vol. 12, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.33365/jti.v12i1.42.

- [10] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.





DOKUMENTASI LATAR BELAKANG

