

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Listrik (Panel Utama Tegangan Rendah / PUTR)

Panel listrik adalah sebuah perangkat listrik yang berfungsi membagi, menyalurkan, dan mendistribusikan tenaga listrik dari sumber/pusat listrik ke konsumen/pemakai yaitu Hotel Ibis Styles Jakarta. Di dalam panel listrik memiliki beberapa komponen listrik yang sangat kompleks dimana panel sendiri adalah suatu lemari hubung atau satu kesatuan dari alat penghubung, pengaman, dan pengontrol untuk suatu instalasi kelistrikan yang ditempatkan dalam suatu kotak tertentu tergantung dari banyaknya pemakaian komponen listrik yang di gunakan. Panel distribusi tegangan rendah (*Low Voltage Main Distribution Panel*) adalah pusat pendistribusian tenaga listrik sebelum disalurkan ke pengguna tenaga listrik, apakah itu sebuah gedung perkantoran, hotel, apartemen, pabrik. Panel ini biasanya ditempatkan tepat di keluaran sumber atau tenaga listrik, baik power listrik tersebut berasal dari Trafo PLN ataupun *Generator Set* (genset).

Pada umumnya alat-alat listrik seperti *Capasitor Bank* pada saat bekerja dapat menimbulkan suhu panas, jika hal tersebut dibiarkan begitu saja suhu yang terus meningkat dapat mengganggu kinerja atau *performance* yang akan dapat menimbulkan *Capasitor Bank* meledak atau *open* dikarenakan suhu panas yang berlebih. Untuk mengatasi hal tersebut maka petugas perawatan gedung di Hotel Ibis Styles Tanah Abang Jakarta melakukan pengecekan secara berkala setiap bulannya, oleh karena itu untuk memperingan dan efisiensi pekerjaan petugas maka dibuatlah sebuah sistem pemantauan suhu dan informasi *monitoring Capasitor Bank* berbasis *NodeMcu*, informasi mengenai suhu dan kelembapan panel dapat langsung diakses melalui aplikasi Blynk yang sudah tersedia di *Smartphone*.



Gambar 2.1. Panel Utama Tegangan Rendah

2.2. Panel *Capasitor Bank*

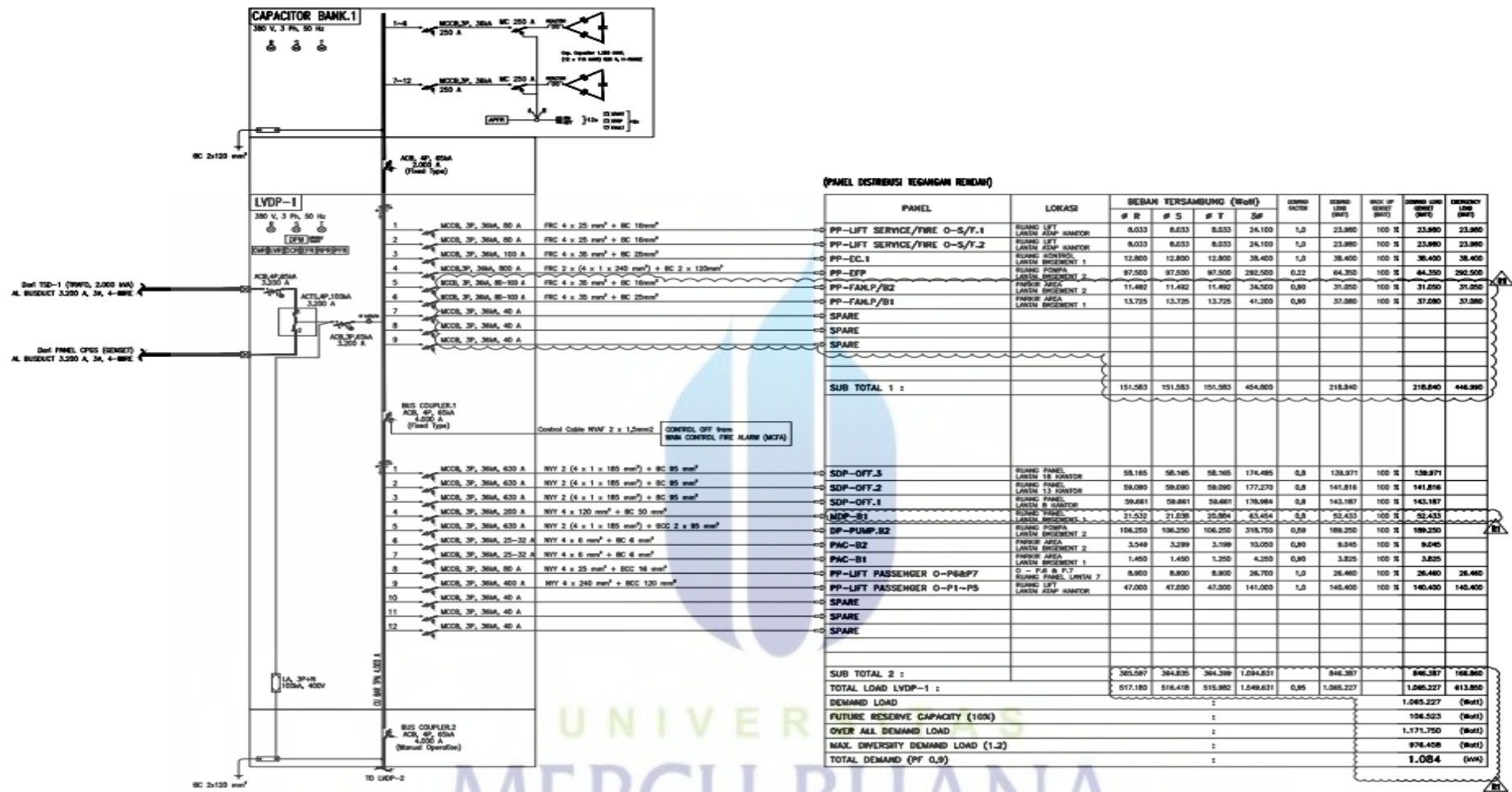
Capasitor adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan arus listrik dalam bentuk muatan, selain itu kapasitor juga dapat digunakan sebagai penyaring frekuensi. Kapasitas untuk menyimpan kemampuan *Capasitor* dalam muatan listrik disebut Farad (F) sedangkan simbol dari *Capasitor* adalah C (*Capasitor*). Sebuah *Capasitor* pada dasarnya terbuat dari dua buah lempengan logam yang saling sejajar satu sama lain dan di antara kedua logam tersebut terdapat bahan isolator yang sering disebut dielektrik.



Gambar 2.2. Panel *Capasitor Bank* Hotel Ibis Styles Tanah Abang
Gambar di atas adalah Panel *Capasitor Bank* dengan kondisi pintu panel dalam keadaan tertutup.



Gambar 2.3. Tampak Dalam Panel *Capasitor Bank*
Gambar di atas adalah Panel *Capasitor Bank* dengan kondisi pintu panel dalam keadaan terbuka.



Gambar 2.4. Skema Diagram Capacitor Bank di Hotel Ibis Styles Jakarta

Berdasarkan diagram segaris di gambar 2.4. diketahui pemasangan kapasitor bank dari gambar tersebut terlihat bahwa penempatan kapasitor bank ini menggunakan metoda *Global Compensation*, yaitu *Capasitor Bank* ditempatkan pada panel distribusi utama (*Main Distribution Panel/MDP*) sehingga diharapkan penurunan arus listrik yang disertai dengan rugi-rugi akibat disipasi panas hanya terjadi pada penghantar antara panel MDP sampai dengan transformator.

Saat pengukuran distribusi panas akan dilakukan, faktor kecepatan angin tidak perlu diperhatikan karena kecepatan angin di dalam ruang bawah tanah (*basement*) tersebut kurang dari 1 knot. Sedangkan faktor lainnya seperti kondisi permukaan objek dan waktu pengukuran perlu diperhatikan. Objek permukaan yang diukur kondisinya harus dapat langsung terlihat dan tidak terhalang oleh benda lain. Waktu pengukuran (pagi, siang, atau malam) harus memperhatikan pencahayaan yang terdapat di dalam ruang panel kapasitor bank tersebut.

Tabel 2.1. Faktor Koreksi Kecepatan Angin, Teguh, 2015

Kecepatan Angin (m/s)	Faktor Koreksi
< 1	1
2	1.36
3	1.64
4	1.86
5	2.06
6	2.23
7	2.4
8	2.54
≥ 9	tidak di rekomendasikan

Temperatur sebenarnya (TS) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T(S) = Trise \times F \times K(\text{kecepatan angin}) \quad (2.1)$$

Dimana:

T (S) = Suhu sebenarnya (°C)

Trise = Kenaikan suhu (°C)

F = Faktor koreksi

K = Kecepatan angin (m/s)

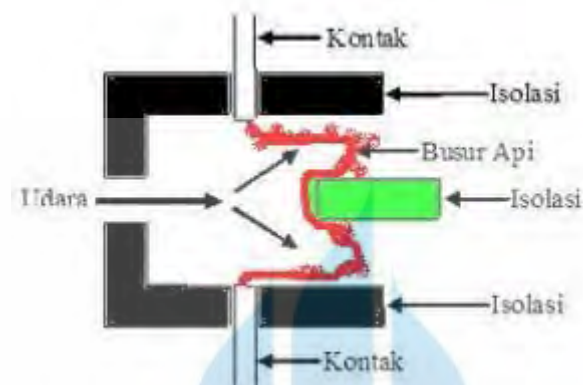
(sumber: Teguh S, dkk , 2015)

Untuk mendapatkan perubahan suhu pada panas panel *Capasitor Bank* dilakukan peletakan sensor ke bodi atau badan dari *Capasitor Bank* itu. Udara, gas dan zat padat yang tergolong bahan isolasi digunakan untuk mengisolasi peralatan listrik tegangan tinggi. Isolator ini berfungsi memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan, sehingga antara penghantar-penghantar tersebut tidak terjadi lompatan listrik (*flashover*) atau percikan (*spark-over*), sehingga untuk tegangan yang semakin tinggi diperlukan bahan isolasi yang mempunyai kuat isolasi yang lebih tinggi. Kegagalan isolasi (*isolation failure*) dapat disebabkan antara lain karena isolasi sudah lama dipakai (mendekati kelapukan), kerusakan karena faktor mekanis misalnya terbentur pada saat pemasangan, berkurangnya kekuatan dielektrik karena isolasinya dikenakan tegangan lebih tinggi dalam waktu yang lama, dan lain sebagainya. Apabila tegangan yang diterapkan mencapai tingkat ketinggian tertentu maka bahan isolasi tersebut akan mengalami pelepasan muatan (*partial discharge*) yang merupakan suatu bentuk kegagalan listrik yang menyebabkan hilangnya tegangan dan mengalirnya arus bocor dalam bahan isolasi tersebut. Gejala degradasi pada komponen listrik umumnya dikarenakan timbulnya arus bocor pada komponen listrik.

Arus bocor ini disebabkan oleh efek kapasitansi dan tahanan isolasi. Kemampuan hantar arus (KHA) sebuah penghantar merupakan batas maksimal arus listrik yang diperbolehkan melewati suatu penghantar. Arus listrik yang mengalir melebihi batas KHA akan menyebabkan suhu penghantar melebihi panas maksimum yang diizinkan sehingga penghantar semakin panas. Jika hal ini dibiarkan terus dapat merusak isolasi penghantar karena bahan penghantar yang digunakan untuk kabel listrik adalah tembaga elektrolitis dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,9%, dan aluminium dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,5%, sedangkan bahan isolasi yang digunakan adalah Polivinilklorida (PVC) yang akan mengalami kerusakan di atas suhu 70° C dengan suhu kamar 30° C.

Jika sebuah kontak pemutus dipisahkan, beda potensial di antara kontak akan menimbulkan medan elektrik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5. Arus

yang sebelumnya mengalir pada kontak akan memanaskan kontak dan menghasilkan proses emisi termis pada permukaan kontak, sedangkan medan elektrik menimbulkan emisi medan tinggi pada kontak katoda. Kedua emisi ini menghasilkan elektron bebas yang sangat banyak dan bergerak menuju kontak anoda.



Gambar 2.5. Pembentuk Busur Api

(Sumber: Rifki Wiryatama, dkk, 2017)

Beberapa komponen penting yang terdapat pada panel *Capasitor Bank* komponen-komponen paling utama yang ada pada panel kapasitor salah satunya.

2.3. *Main Switch/Load Break Switch*

Main switch ini sebagai peralatan kontrol serta isolasi jika ada pemeliharaan panel. Dan untuk pengaman kabel atau instalasi sudah ada di sisi atasnya (dari) MDP. *Mains switch* atau lebih dikenal *load break switch* merupakan peralatan pemutus serta penyambung yang sifatnya *on-load* ialah mampu diputus serta disambung dalam situasi berbeban, tidak serupa dengan *on-off switch* tipe *knife* yang cuma dioperasikan saat tidak berbeban.



Gambar 2.6. *Main Switch* di Panel *Capasitor Bank*

Untuk menentukan kemampuan yang dimanfaatkan dengan perhitungan sekurang-kurangnya 25% tambah besar dari perhitungan kVar terpasang dari sebagai contoh: Jika daya kvar terpasang 400 kVar dengan arus 600 Ampere, jadi menentukan pilihan dari sistem adalah $600 \text{ A} + 25 \% = 757 \text{ Ampere}$ yang dimanfaatkan berkapasitas 800 Ampere.

2.4. *Capasitor Breaker*

Capasitor Breaker digunakan untuk mengamankan instalasi kabel dari breaker ke *Capasitor Bank* dan Kapasitor tersebut. Fungsi *circuit breaker* yang utama pada sistem proteksi katodik adalah memberikan perlindungan terhadap lonjakan tegangan yang dikhawatirkan bisa menjadi penyebab kerusakan pada sirkuit penyearah atau bisa disebut sebagai pengaman arus (*overload*). Fungsi kedua dari sirkuit breaker adalah untuk memutuskan tegangan AC yang terhubung dengan tegangan masuk utama tegangan/daya. Kemampuan *breaker* yang dimanfaatkan sebesar 1,5 kali dari arus nominal dengan $I_m = 10 \times I_r$. Utk menghitung besarnya arus mampu dimanfaatkan rumus

$$I_n = Q_c / 3 \cdot V_L \quad (2.2)$$

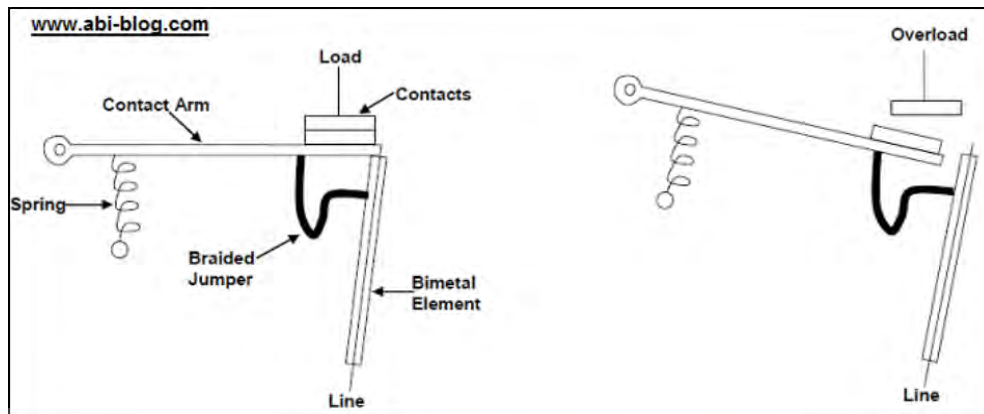
Sebagai contoh: masing-masing steps dari 10 steps besarnya 20 kVar jadi dengan memanfaatkan rumus di atas didapat besarnya arus sebesar 29 ampere, jadi penentuan kemampuan breaker sebesar $29 + 50 \% = 43 \text{ A}$ atau yang dimanfaatkan 40 Ampere.

Tidak hanya *breaker* bisa juga dimanfaatkan *fuse*, Pemanfaatan *fuse* ini memang tambah baik dikarenakan tanggapan dari situasi *over current* serta *short circuit* tambah baik akan tetapi tidak efektif dalam pengoperasian andaikan dalam situasi putus mesti tetap ada perubahan *fuse*. Andaikan memanfaatkan *fuse* perhitungannya juga sama seperti pemanfaatan breaker. Pada sirkuit *breaker*, ada tiga jenis *circuit breaker* (bisa disebut sebagai sirkuit pemutus) yang penjelasannya seperti di bawah ini.

1. *Thermal Breaker*

Sirkuit pemutus ini memiliki bagian *bimetal* sebagai penyalur arus. Prinsip kerja dari jenis sirkuit *breaker* ini adalah:

- 1.1. Jumlah arus yang berlebihan dalam pemakaian pada outputnya menyebabkan terjadinya panas pada elemen yang menyebabkan kedua logam yang semula saling berhimpitan akan menjauh. Tergantung jenis logam dengan koefisien masing-masing yang mempengaruhi tingkat ekspansi panas yang ada pada permukaannya.
- 1.2. Untuk me-*reset* pemutus sirkuit jenis *Thermal Circuit Breaker* harus menunggu permukaan logam tersebut dingin sampai titik suhu tertentu sesuai bahan elemen yang dipakai.
- 1.3. *Thermal Breaker* terpengaruh oleh suhu ruangan. Pada suhu rendah dia memiliki nilai batas ketahanan arus yang melewatinya lebih tinggi dari pada pada suhu ruang yang panas.



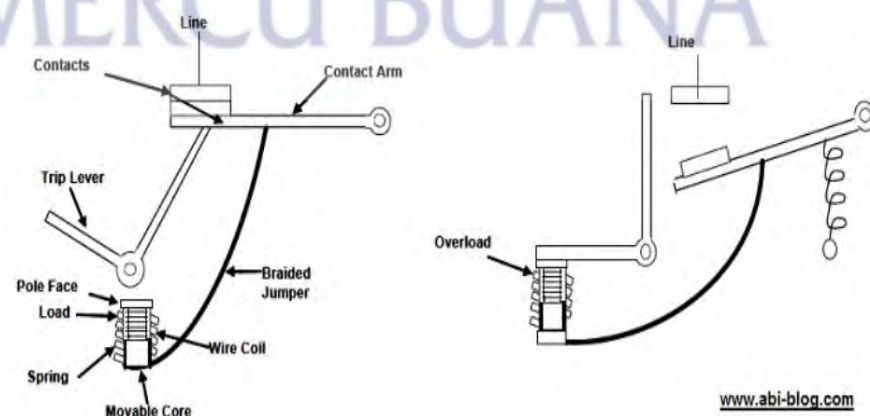
Gambar. 2.7. Mekanisme Sirkuit *Thermal Breaker*

(Sumber: Artono Arismundandar, 2018)

2. *Magnetic Breaker* (pemutus magnetik)

Sirkuit pemutus ini terdiri dari bagian inti besi yang dikelilingi oleh kumparan kawat yang bertindak sebagai elektromagnet. Prinsip kerja dari sirkuit pemutus jenis magnetik ini adalah:

- 2.1. Ketika arus meningkat melampaui *rating* yang ditentukan maka medan magnet yang muncul akan menyebabkan inti besi menarik tuas ke arahnya, sehingga menyebabkan sambungan menjadi terbuka.
- 2.2. *Breaker* jenis ini paling cocok digunakan pada perangkat proteksi katodik.

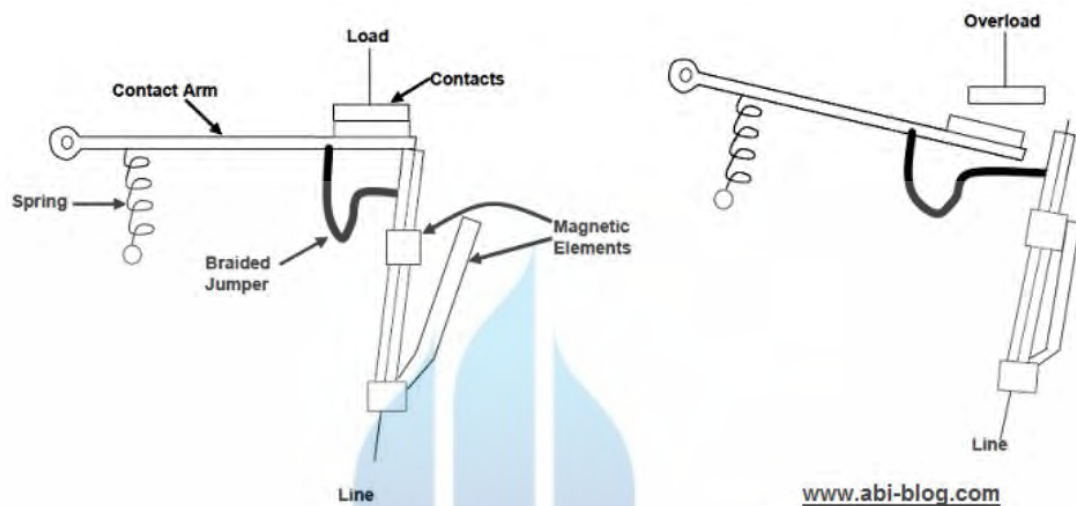


Gambar. 2.8. Mekanisme *Magnetic Breaker*

(sumber: Artono Arismundandar, 2018)

3. *Thermal Breaker Magnetik* (Sirkuit Pemutus Magnetik)

Sirkuit pemutus jenis ini mirip dengan jenis *thermal breaker* tetapi memiliki sebuah bagian lempeng magnetik yang menempel pada elemen. Fungsi dari lempeng magnetik ini adalah untuk meningkatkan kecepatan dalam tripping.



Gambar 2.9. Mekanisme *Thermal Breaker Magnetik*

(sumber: Artono Arismundandar, 2018)

Prinsip kerjanya adalah: dengan tambahan lempeng magnetik tersebut akan mempercepat proses ke posisi trip. Karena ada daya tarik antar elemen yang tertempel lempeng magnet tersebut. Meskipun lebih cepat proses pemutusan sambungannya dari jenis *thermal*, namun pemutus *thermal magnetik* memiliki waktu reaksi lebih lambat dari pemutus magnetik biasa dan dapat digunakan pada *interrupter continue* pada *trip breaker*.

4. *Magnetic Contactor*

Magnetic Contactor diperlukan sebagai peralatan kontrol. Beban kapasitor memiliki arus puncak yang tinggi, lebih tinggi dari beban motor. Untuk penentuan *magnetic contactor* sekurang-kurangnya 10% lebih tinggi dari arus nominal (pada AC 3 dengan beban induktif/kapasitif). Penentuan *magnetic* dengan *range* ampere lebih tinggi akan tambah baik maka usia pemanfaatan *magnetic contactor* lebih lama.

5. *Capasitor Bank*

Panel Kapasitor Bank merupakan peralatan listrik yang memiliki pembawaan kapasitif yang dapat berguna sebagai keseimbangan pembawaan induktif. Kemampuan kapasitor dari ukuran 5 kVar hingga 60 Kvar. Dari tegangan kerja 230 V hingga 525 Volt atau *Capasitor Bank* merupakan serangkaian berapa kapasitor yang disambung dengan cara parallel untuk beroleh kemampuan kapasitif khusus. Besaran yang kerap kali dimanfaatkan merupakan kVar (kilovolt ampere reaktif) walaupun di dalamnya terdapat/terdaftar besaran kapasitansi yakni Farad atau microfarad. Kapasitor ini miliki pembawaan listrik yangg kapasitif (*leading*). Maka miliki pembawaan kurangi/melenyapkan pada pembawaan induktif (*leaging*).

6. *Reactive Power Regulator*

Peralatan ini berguna untuk mengatur kerja kontaktor biar daya reaktif yang dapat disuplay ke jaringan/sistem mampu bekerja sama sesuai kemampuan yang diperlukan. Dengan rujukan pembacaan besaran arus serta tegangan pada segi paling utama *breaker* jadi daya reaktif yang diperlukan mampu terbaca serta regulator berikut yang dapat mengatur kapan serta berapakah daya reaktif yang diperlukan. Peralatan ini miliki beraneka ragam steps dari 6 steps, 12 steps, hingga 18 steps. Peralatan penambahan yang umum dimanfaatkan pada panel kapasitor salah satunya:

- Push button on serta push button off yang berguna menjalankan *magnetic contactor* dengan cara manual.
- Selektor *auto – off – manual* yang berguna menentukan sistim operasional *auto* dari modul atau manual dari *push button*.
- *Exhaust fan + thermostat* yang berguna mengatur *ambeint temperature* (suhu hawa seputar) dalam area panel kapasitor. Dikarenakan kapasitor, kontaktor serta kabel penghantar miliki disipasi daya panas yang besar jadi suhu area panel bertambah. Setelah *set point* dari *thermostat* terlampaui *exhaust fan* dapat secara otomatis aktif. Lihat artikel sebelumnya mengenai *review* panel kapasitor listrik. Pada tugas akhir ini penulis melakukan monitoring kondisi

suhu panel langsung di Kapasitor Bank dengan batas *set point* yang disesuaikan dengan toleransi standar yang diberikan (30°C) dan kendali ketika panel suhunya mencapai *set point* atau lebih.

2.5. 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.

Temperature atau 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).

Pada *thermometer*, zat yang paling banyak digunakan adalah alkohol dan raksa. Suhu juga disebut *temperature* yang diukur dengan alat *thermometer* empat macam *thermometer* yang paling dikenal adalah Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin perbandingan antara satu jenis *thermometer* dengan *thermometer* lainnya mengikuti :

$$\mathbf{C : R : (F - 32) = 5 : 4 : 9 \text{ dan}}$$

$$\mathbf{K = C - 273 . (\text{Derajat})}$$

Kelvin dimulai dari 273 derajat bukan dari -273 derajat dan derajat Celcius dimulai dari 0 derajat, suhu Kelvin sama perbandingannya dengan derajat Celcius adalah 5:5, maka dari itu untuk mengubah suhu tersebut ke suhu lain sebaiknya menggunakan atau mengubahnya ke derajat Celcius terlebih dahulu. Dengan

menggunakan mikrokontroler, pengukur suhu dapat mengirimkan data dan mengolah data tersebut untuk dilakukan pencegahan pertama. Penelitian ini penulis akan membuat alat pengukur suhu menggunakan mikrokontroler dan mengirimkannya data pengukuran ke *smartphone*. Sehingga pengamatan suhu dapat diperoleh datanya dengan praktis, tanpa harus operator mengamati setiap waktu di lapangan dan tidak membutuhkan tenaga profesional untuk mendapatkan datanya. Karena data yang diperoleh dapat disimpan dalam memori sehingga pada suatu waktu dapat digunakan, dan data yang diperoleh sudah berupa nilai sebenarnya tanpa harus menganalisis terlebih dahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat mengolah inputan suhu dan menghasilkan data suhu yang akurat sehingga data suhu yang akan diproses nantinya akan menghasilkan data yang baik dan akurat.

Pengukuran suhu di *NodeMcu* dilakukan dengan menggunakan fungsi `dht.TemperatureRead()`. Perintah program ini berfungsi menghasilkan nilai antara 0 sampai dengan 1023 yang sebenarnya mewakili tegangan yang dihasilkan di pin analog dan dengan sendirinya mencerminkan suhu yang terdeteksi dari sensor suhu. Apabila tegangan referensi yang digunakan adalah 1,1 Volt ketelitian yang terbaik diperoleh (McRoberts, 2009). Dengan menggunakan tegangan referensi ini, setiap kenaikan nilai sebesar satu di pin analog sama dengan $1,1 / 1024$ atau kira-kira $0,0010742\text{V}$ ($1,0742\text{mV}$). Jika 10mV menyatakan 1 derajat celsius setiap kenaikan sebesar 9.31 ($1/1,0742$) membuat kenaikan sebesar 1 derajat celsius.

Dengan demikian suhu dapat di hitung dengan menggunakan rumus:

$$suhu = \frac{dht.TemperatureRead(pin)}{9.31} \quad 2.3$$

(sumber: Abdul kadir,2018)

Tegangan maksimum yang di hasilkan di pin bisa diatur melalui fungsi `analogReference()`. Salah satu pengaturannya adalah dengan mengirimkan argument berupa `internal` ke fungsi tersebut. Contoh: `analogReference(Internal);`

perintah ini digunakan untuk mengatur tegangan referensi yang di gunakan sebagai pin yang bertindak masukan sebesar 1,1 Volt.

2.6. Kelembaban

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif. Alat untuk mengukur kelembaban disebut higrometer. Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun *deficit* tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan *volume*. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas.

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagaiklembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun deficit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volume. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas, Kelembaban terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Kelembaban mutlak (absolut), adalah banyak sedikitnya uap air dalam gram pada 1 cm^3 atau jumlah uap air yang dikandung udara pada suatu daerah tertentu yang dinyatakan dalam gram uap air tiap m^3 udara.

Kelembaban absolut tergantung pada suhu yang mempengaruhi kekuatan udara untuk memuat uap air. Tiap-tiap suhu mempunyai batas dari uap air yang dimuatnya.

2. Kelembaban relatif (nisbi), yaitu perbandingan antara uap air di udara pada suhu yang sama, dengan jumlah uap air maksimum yang dikandung udara dan dinyatakan dengan persen. Pada suhu udara yang semakin naik maka kelembaban relatif akan semakin kecil. Kelembaban relatif paling besar adalah 100%. Pada saat itu terjadi titik pengembunan, artinya pendinginan terus berlangsung dan terjadilah kondensasi yaitu uap air menjadi titik air dan jika melampaui titik beku terjadilah kristal es atau salju. Kelembaban relatif dari suatu campuran udara-air didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tersebut. Perhitungan kelembaban relatif ini merupakan salah satu data yang dibutuhkan (selain suhu, curah hujan, dan observasi visual terhadap vegetasi)

2.7. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

Buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma yang dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tersebut akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma, maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan

diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.



Gambar 2.10. Buzzer

(sumber: Abdul Kadir, 2018)

2.8 *NodeMcu*

NodeMcu adalah sebuah *platform Internet of Things (IoT)* yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip ESP8266* dari ESP8266 buatan Espressif System, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua. Istilah *NodeMcu* secara *default* sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras *development kit*.

NodeMcu bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. Dalam seri tutorial ESP8266 embeddednesia pernah membahas bagaimana memprogram ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun *NodeMcu* telah mem-*package* ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap WiFi juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan sebagai kabel data dan kabel *charging smartphone* Android.

a. Sejarah *NodeMcu*

Sejarah lahirnya *NodeMcu* berdekatan dengan rilis ESP8266 pada 30 Desember 2013, **Espressif Systems** selaku pembuat ESP8266 memulai produksi ESP8266 yang merupakan SoC WiFi yang terintegrasi dengan prosesor Tensilica Xtensa LX106. Sedangkan *NodeMcu* dimulai pada 13 Oktober 2014 saat Hong mem-*commit file* pertama *NodeMcu*-firmware ke Github. Dua bulan kemudian project tersebut dikembangkan ke *platform* perangkat keras ketika Huang R meng-*commit file* dari *board* ESP8266 , yang diberi nama devkit v.0.9.

Berikutnya di bulan yang sama Tuan PM memporting pustaka *client* MQTT dari Contiki ke *platform* SOC ESP8266 dan di-*commit* ke project *NodeMcu* yang membuatnya mendukung protokol IOT MQTT melalui Lua. Pemutakhiran penting berikutnya terjadi pada 30 Januari 2015 ketika Devsaurus mem-*porting* u8glib ke project *NodeMcu* yang memungkinkan *NodeMcu* bisa men-*drive display* LCD, OLED, hingga VGA. Demikianlah, project *NodeMcu* terus berkebang hingga kini berkat komunitas *open source* dibalikinya, pada musim panas 2016 *NodeMcu* sudah terdiri memiliki 40 modul fungsionalitas yang bisa digunakan sesuai kebutuhan *developer*.

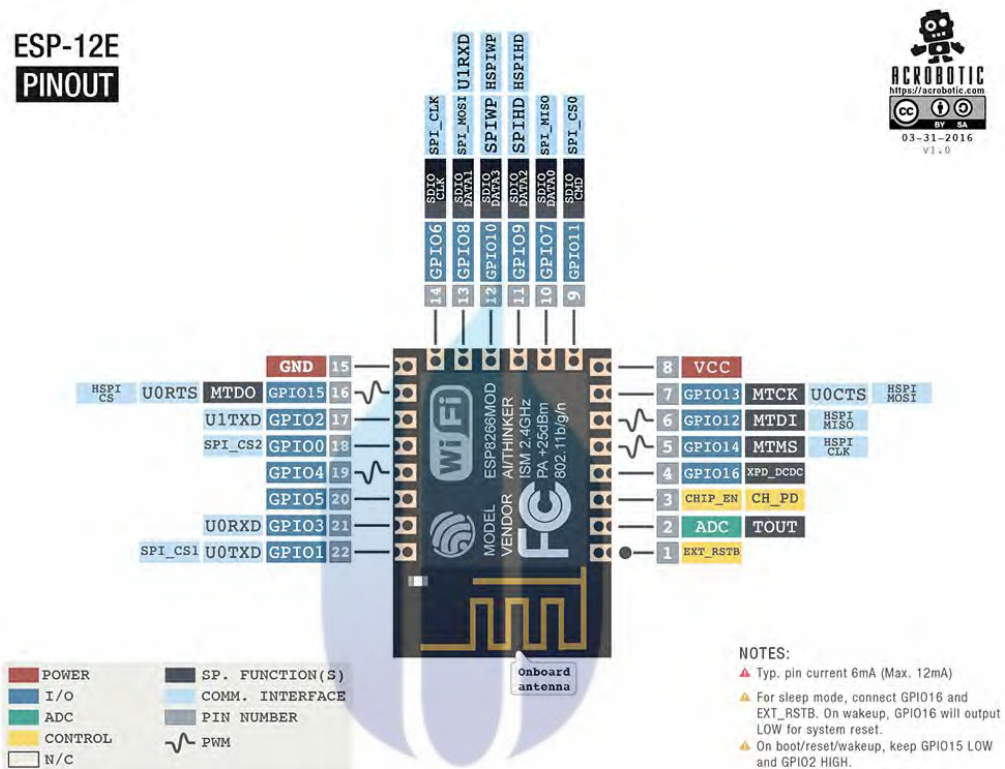
b. ESP-12E

Karena jantung dari *NodeMcu* adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur-fitur yang dimiliki *NodeMcu* akan kurang lebih sama ESP-12 (juga ESP-12E untuk *NodeMcu* v.2 dan v.3) kecuali *NodeMcu* telah dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman eLua, yang kurang lebih cukup mirip dengan *javascript*. Beberapa fitur tersebut antara lain:

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

5. ADC

Gambar berikut menjelaskan posisi pin-pin dari ESP-12E



Gambar 2.11 Posisi pin-pin ESP-12E

(sumber: Abdul Kadir, 2018)

Dibawah ini adalah keterangan dari Fungsi-fungsi PIN sebagai berikut :

1. RST : berfungsi mereset modul
2. ADC: Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skup nilai digital 0-1024
3. EN: *Chip Enable, Active High*
4. IO16 :GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan *chipset* dari mode *deep sleep*
5. IO14 : GPIO14; HSPi_CLK
6. IO12 : GPIO12: HSPi_MISO

7. IO13: GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8. VCC: Catu daya 3.3V (VDD)
9. CS0 : *Chip selection*
10. MISO : *Slave output, Main input*
11. IO9 : GPIO9
12. IO10 GBIO10
13. MOSI: *Main output slave input*
14. SCLK: *Clock*
15. GND: *Ground*
16. IO15: GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17. IO2 : GPIO2;UART1_TXD
18. IO0 : GPIO0
19. IO4 : GPIO4
20. IO5 : GPIO5
21. RXD : UART0_RXD; GPIO3
22. TXD : UART0_TXD; GPIO1

c. **Tegangan Kerja**

[ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC \(tegangan 3.3V\) untuk bisa berfungsi.](#) Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar board Arduino yang memiliki tegangan TTL 5 volt. Meskipun begitu, *NodeMcu* masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui port micro USB atau pin Vin yang disediakan oleh board-nya. Namun karena semua pin pada ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V. Maka jangan sekali-kali langsung mencatunya dengan tegangan TTL jika tidak ingin merusak board anda. Anda bisa menggunakan **Level Logic Converter** untuk mengubah tegangan ke nilai aman 3.3v.

d. **Versi NodeMcu**

Beberapa pengguna awal masih cukup bingung dengan beberapa kehadiran *board NodeMcu*. Karena sifatnya yang *open source* tentu akan

banyak produsen yang memproduksinya dan mengembangkannya. Secara umum ada tiga produsen *NodeMcu* yang produknya kini beredar di pasaran: Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian board yang diproduksi yakni V1, V2 dan V3.

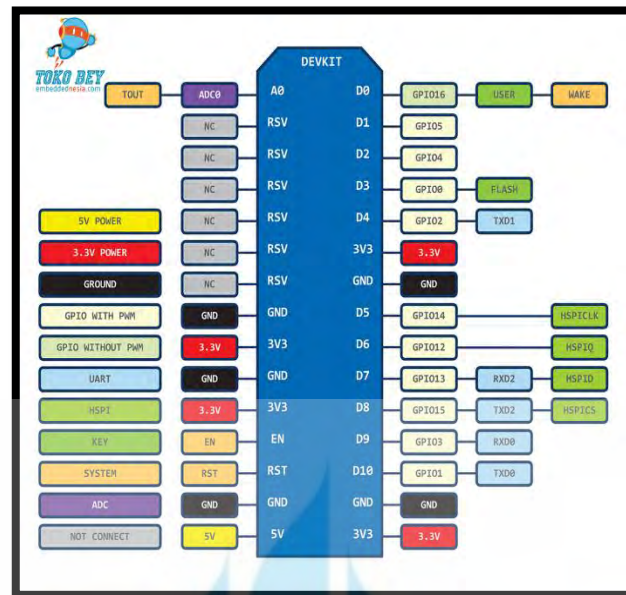
1. Generasi pertama / *board* v.0.9 (Biasa disebut V1)



Gambar 2.12 Generasi pertama / *board* v.0.9 (Biasa disebut V1)

(Sumber : Fajar Wijaksono, 2017)

NodeMcu Devkit v0.9 dari <https://github.com/NodeMcu/NodeMcu-devkit> Board versi 0.9 sering disebut di pasar sebagai V.1 adalah versi asli yang berdimensi 47mm x 31mm. Memiliki inti ESP-12 dengan *flash memory* berukuran 4MB. Berikut adalah *pinout* dari board v.0.9



Gambar 2.13 Skematik posisi pin *NodeMcu* devkit v1
(Sumber : Buku Mudah belajar Mikrokontroler Arduino, Fajar Wijaksono, 2017)

Namun beberapa produk juga ada yang menggunakan chip ESP-12E sebagai inti dari board v.0.9 dengan tampilan board berubah menjadi hitam.

2. Generasi kedua / *board* v 1.0 (biasa disebut V2)



Gambar 2.14 Generasi kedua / *board* v 1.0 (biasa disebut V2)
(Sumber : Buku Mudah belajar mikrokontroler Arduino, Fajar Wijaksono, 2017)

Generasi kedua adalah pengembangan dari versi sebelumnya, dengan chip yang ditingkatkan dari sebelumnya ESP12 menjadi ESP12E. Dan IC Serial diubah dari CHG340 menjadi CP2102



Gambar 2.15 Skematik posisi pin *NodeMcu* devkit v2
(Sumber : Fajar Wijaksono, 2017)

2.9. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor untuk suhu dan kelembaban yang jaungkauannya lebih luas dibandingkan DHT11, 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 .



Gambar. 2.16 Sensor DHT22

Sensor DHT-22 dipilih karena memiliki range pengukuran yang luas yaitu 0 sampai 100% untuk kelembaban dan -40 derajat celcius sampai 125 derajat celcius untuk suhu. Sensor ini juga memiliki output digital (*single-bus*) dengan akurasi yang tinggi. Sebagai reaksi dari sensor ini, menggunakan fan DC yang akan berputar ketika level kelembaban mencapai 60% atau ketika suhu lebih dari 40 derajat celcius, tetapi dapat mengganti nilainya pada sketchnya. DHT-22 membutuhkan supply tegangan 2.4 dan 5.5 V. SCK (*Serial Clock Input*) digunakan untuk mensinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dengan DHT-22, kemudian digunakan untuk transfer data dari dan ke DHT-22.

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 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 DHT22 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.

2.10. Spesifikasi Teknis DHT22

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT22

Rentang catu daya	3,3 - 6 Volt DC (tipikal 5 VDC)
Sinyal keluaran	digital lewat bus tunggal dengan kecepatan 5 ms / operasi (MSB-first)
Elemen pendeteksi	kapasitor polimer (polymer capacitor)
Jenis sensor	kapasitif (capacitive sensing)
Rentang deteksi kelembapan & akurasi	0-100% RH (akurasi $\pm 2\%$ RH) (MAX $\pm 5\%$ RH)
Rentang deteksi suhu	$-40^{\circ} \sim +80^{\circ}$ Celcius (akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$)
Resolusi sensitivitas / sensitivity resolution	0,1%RH; 0,1 $^{\circ}\text{C}$
Pengulangan / repeatability	$\pm 1\%$ RH; $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
Histeresis kelembapan	$\pm 0,3\%$ RH
Stabilitas jangka panjang	$\pm 0,5\%$ RH / tahun
Periode pemindaian rata-rata	2 detik

2.11. *Adaptor*

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Fungsi dari *adaptor* :

1. *Adaptor* yang kita kenal kebanyakan yaitu mengubah dari listrik PLN 220 Volt (arus AC) menjadi tegangan listrik lebih kecil (arus DC) yaitu menjadi 5 volt DC, 12 volt DC, 19 volt DC, 24 volt DC dan sebagainya tergantung keperluan perangkat apa yang digunakan.
2. Ada juga *adaptor* yang mengubah dari listrik PLN 220 Volt AC menjadi tegangan listrik lebih kecil namun arusnya tetap AC, misalnya menjadi 9 volt AC , atau 24 Volt AC
3. *Adaptor* disebut juga *charger*

A. *Jenis Adaptor*

Adapun jenis-jenis *adaptor* :

- *Adaptor* trafo/transformator atau *adaptor* konvensional yaitu *adaptor* yang menggunakan komponen utama bernama trafo yaitu berupa gulungan kawat dan lempengan logam. Oleh karena itu *adaptor* jenis ini sangat berat, contoh *adaptor* untuk radio tape compo, TV mini, alat kesehatan, keyboard/organ dan lainnya.
- *Adaptor Switching* yaitu *adaptor* yang menggunakan komponen utama berupa rangkaian elektronika (yang lebih rumit) namun menghasilkan tegangan listrik yang sesuai. *Adaptor switching* lebih ringan dibanding *adaptor*

- trafo. Contohnya *adaptor* untuk laptop, *handphone*, *monitor lcd/led* dan yang lainnya.



Gambar 2.17 *Adaptor Power Supply*

2.12. *Relay*

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan asas elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar). Kontaktor akan tertutup (*off*) atau terbuka (*on*) karena induksi magnet yang dihasilkan kumparan ketika dialiri listrik. Relai terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan *contact* adalah sejenis saklar yang dipengaruhi dari ada tidaknya arus listrik pada *coil*.

Relay sendiri adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda

dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on* atau *off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik (Pambudi, 2000).



Gambar 2.18 Relay

1. *Normally On* : Kondisi awal kontaktor tertutup (*on*) dan akan terbuka (*off*) jika relai diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*). Istilah lain kondisi ini adalah *normally close* (NC).
2. *Normally Off* : Kondisi awal kontaktor terbuka (*Off*) dan akan tertutup jika relai diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*). Istilah lain kondisi ini adalah *normally open* (NO).

Pin Konfigurasi:

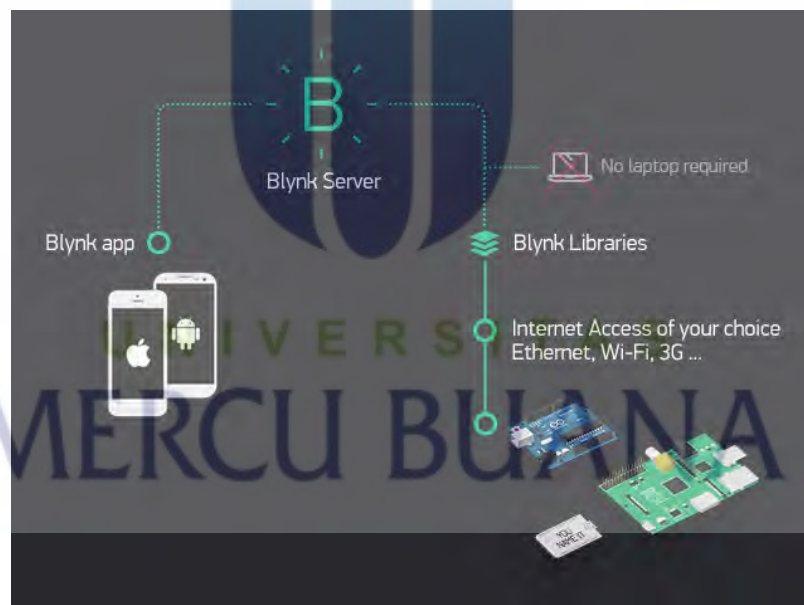
1. VCC : 5VDC
2. COM : 5VDC48
3. IN1 : *High/ Low Output*
4. IN2 : *High/ Low Output*
5. GND : *Ground*

2.13. Blynk

Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung project *Internet of Things* (IoT). Layanan server ini memiliki lingkungan *mobile*

user baik Android maupun iOS. Blynk Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui Google play. Blynk mendukung berbagai macam *hardware* yang dapat digunakan untuk project *Internet of Things*. Blynk adalah *dashborad digital* dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan *project*-nya. Penambahan komponen pada Blynk Apps dengan cara *drag and drop* sehingga memudahkan dalam penambahan komponen Input/output tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun iOS.

Blynk diciptakan dengan tujuan untuk *control* dan *monitoring hardware* secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN). Kemampuannya untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan dalam pembuatan project di bidang *Internet of Things*.



Gambar 2.19 Arsitektur Blynk

(Sumber: Hari Santoso, 2018)

Ada tiga komponen dalam Blynk:

a. Blynk Apps

Blynk Apps memungkinkan untuk membuat *project interface* dengan berbagai macam komponen *input output* yang mendukung untuk pengiriman

maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik.

b. *Blynk Server*

Blynk server merupakan fasilitas *Backend Service* berbasis cloud yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi *smart phone* dengan lingkungan *hardware*. Kemampun untuk menangani puluhan *hardware* pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang sistem IoT. *Blynk server* juga tersedia dalam bentuk *local server* apabila digunakan pada lingkungan tanpa internet. *Blynk server local* bersifat *open source* dan dapat diimplementasikan pada *hardware NodeMcu*.

c. *Blynk Library*

Blynk Library dapat digunakan untuk membantu pengembangan kode. *Blynk library* tersedia pada banyak *platform* perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas *hardware* yang didukung oleh lingkungan *Blynk*.

2.14. Studi Literatur

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Tabel 2.3 Tabel Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Metode	Hasil & Kesimpulan
1.	Bakti Kurniawan ¹ , Achirul Sholeh ¹ , Abdul Rohman	2017	Rancang bangun Sistem Kontrol Temperatur pada kotak Panel Listrik berbasis Mikrokontroler	Trend Trech	Mikrokontroler	Perancangan sistem kontrol digital temperatur pada kotak panel listrik dengan menggunakan metode kontrol proporsional dengan penalaan Ziegler dan Nichols, dan metode empiris yaitu dengan melakukan eksperimen dan pengamatan di lapangan.
2.	Agus Sumarjono	2018	Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Ruangan di Labotarium dengan menggunakan Labview berbasis	Integrated Lab	Mikrokontroler	Monitoring otomatis dan pengendali suhu atau iklim dengan menggunakan software LabView dengan mikrokontroler Arduino tipe pengontrol system UNO, sensor suhu LM-35 dan DHT-11.
3.	Zul Ramadhan Syahputra, Ummul Khair, Imran Lubis	2018	Aplikasi Arduino Uno untuk mengatur Suhu ruangan secara otomatis.	Jurnal Program Studi Teknik Informatika Universitas Harapan Medan	Mikrokontroler	Pengatur AC otomatis dengan sensor ultrasonic adalah alat kontrol untuk mengatur temperatur atau suhu, sehingga perubahan temperatur atau suhu akan berubah secara otomatis berdasarkan jumlah banyaknya individu yang keluar dan yang masuk dalam ruangan tersebut,

No.	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Metode	Hasil & Kesimpulan
						selain itu sensor suhu juga berperan untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam ruangan, serta menggunakan Arduino Uno untuk mengontrolnya.
4.	Robby Chandra	2006	Alat Pemantau suhu ruangan melalui WEB berbasis Mikrokontroler AT89S51.	Proceeding, Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2006)	Mikrokontroler	Alat Pemantau Suhu Ruangan Melalui Web Berbasis Mikrokontroler AT89S51, merupakan suatu alat yang menggunakan sensor LM35 untuk penyensoran suhunya.
6.	Suherman, Irwin Andriyanto, Saleh Dwiyatno	2015	Rancang bangun alat ukur temperatur Suhu perangkat Server menggunakan Sensir LM35 Berbasis SMS Gateway	Jurnal PROSISKO Vol. 2 No. 1	Mikrokontroler	Alat ukur temperatur suhu pada perangkat server dengan menggunakan sensor LM35 sebagai sensor suhu pada objek yang diteliti, mikrokontroler ATmega328P sebagai pemrosesan data dan memanfaatkan teknologi SMS sebagai sarana informasi secara cepat dan akurat.
7	Singgih Adhi Nugroho	2013	Detektor Suhu Ruangan dengan Tombol	Seruni - Seminar Riset	Mikrokontroler	Alat yang dapat mendeteksi suhu pada ruangan dan memberikan sebuah informasi.

No.	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Metode	Hasil & Kesimpulan
			Pengatur manual Berbasis Mikrokontroler	Unggulan Nasional Informatika dan Komputer FTI UNSA 2013		Sinyal panas akan diterima oleh sensor LM35, kemudian sinyal panas berupa analog tersebut akan dikonversi menjadi sinyal digital oleh ADC 0804.
8	Nirwan A Noor, Kurniawati Naim, Sofyan, Asriyadi	2018	Implementasi Webservice Thingspeak pada Alat ukur Parameter Portable Solar Panel	Jurnal Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2018 (pp.121-128)	Mikrokontroler	Alat ukur parameter portable dan modul datalogger pada solar panel berbasis mikrokontroler Arduino Uno dan WebServer ThingSpeak dimana dengan alat ukur ini parameter-parameter solar panel seperti parameter masukan berupa radiasi matahari, suhu ambient (lingkungan) dan parameter keluaran berupa tegangan, arus, posisi latitude panel akan diukur, disimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik secara realtime.
9	Haryanto Arif Kurniadi	2016	Alat ukur Suhu untuk Panel Listrik dengan memanfaatkan gelombang Panas Panel Listrik yang ada di	Tugas Akhir Alat Ukur Suhu untuk Panel Listrik dengan memanfaatkan Gelombang	Mikrokontroler	Alat Ukur Suhu Untuk Panel Listrik Dengan Memanfaatkan Gelombang Panas Panel Listrik Yang Ada Di Gedung Fakultas Teknik Unnes. Perlu dilakukan pemeriksaan sambungan

No.	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Metode	Hasil & Kesimpulan
			gedung UNES.	Panas Panel Listrik yang ada di Gedung Fakultas Teknik Unnes		secara berkala menggunakan alat yang aman. Oleh sebab itu, peneliti bermaksud membuat alat ukur suhu yang dapat digunakan tanpa harus memegang benda yang menghasilkan panas tersebut. pembanding memiliki tingkat keakuratan yang tidak jauh berbeda.
10.	Abdul Kadir	2018	Programing Wireless untuk Arduino	Programing Wireless untuk Arduino	Mikrokontroler	Pengendalian peranti berbasis Arduino tanpa menggunakan kabel, membahas berbagai komponen yang diperlukan untuk kepentingan ini karena mencakup komunikasi radio, inframerah, Bluetooth, SMS, e-mail, hingga RFID.