

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING KLASIFIKASI
PERILAKU TINGKAT KEBOROSAN PENGGUNAAN
PERALATAN LISTRIK PADA SMART HOME
BERBASIS IoT**

*Control And Monitoring Systems Behavior Classification Level
Of Wasting Use Of Electrical Equipment In Iot-Based Smart
Home*

**IQBAL FATURACHMAN USMAN
D032201004**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

PENGAJUAN TESIS

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING KLASIFIKASI
PERILAKU TINGKAT KEBOROSAN PENGGUNAAN
PERALATAN LISTRIK PADA *SMART HOME*
BERBASIS *IoT***

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Magister Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

ttd

**IQBAL FATURACHMAN USMAN
D032201004**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

TESIS

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING
KLASIFIKASI PERILAKU TINGKAT
KEBOROSAN PENGGUNAAN PERALATAN
LISTRIK PADA SMART HOME BERBASIS
IoT**

**IQBAL FATURACHMAN USMAN
D032201004**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Juli 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc
Nip. 19640427 198910 1 002

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT
Nip. 1961112519 198802 1 001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng.Ir.Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.,IPM
Nip 197309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Wardi, S.T., M.Eng
Nip 197208281999031003

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Iqbal Fatrachman Usman

Nomor Mahasiswa : D032201004

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis yang berjudul “Sistem Kontrol Dan Monitoring Klasifikasi Perilaku Tingkat Keborosan Penggunaan Peralatan Listrik Pada *Smart Home* Berbasis *Iot*” adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini. Sebagian dari tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal/Prosing (2nd International Seminar on Machine Learning, Optimization, and Data Science (ISMODE) tahun 2022) sebagai artikel dengan judul “*Monitoring System Behavior In The Use Of Electrical Equipment Iot-Based Smart Home*”.

Dengan ini saya limpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 18 juli 2023

Yang Menyatakan



Iqbal Farurachman Usman

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala Yang Maha Sempurna, yang telah memberikan rahmat, hidayah dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul "**Sistem Kontrol Dan Monitoring Klasifikasi Perilaku Tingkat Keborosan Penggunaan Peralatan Listrik Pada Smart Home Berbasis Iot**". Tak lupa pula shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menyinari dunia ini dengan keindahan ilmu dan akhlak yang diajarkan kepada seluruh umatnya.

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) pada Program Pascasarjana Departemen Teknik Elektro, Konsentrasi Teknik Informatika Universitas Hasanuddin Makassar. Tentunya penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari semua pihak. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya dan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. sebagai pembimbing utama dan bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktunya kepada penulis untuk membimbing, memberikan masukan, memotivasi tiada henti-hentinya hingga tahap penyelesaian tesis ini.
2. Ibu dan Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Syafaruddin, ST., M.Eng, IPU., Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, MT. dan Dr. Indar Chaerah Gunadin., ST., MT. selaku penguji yang memberikan masukan dan saran yang membangun selama proses penelitian berlangsung.
3. Bapak dan Ibu dosen serta Staf Program Studi Program Studi S2 Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan, bantuan dan arahnya selama menempuh perkuliahan.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Wardi, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi S2 Departemen Teknik Elektro, yang telah banyak mendukung dan membantu selama penulis menempuh pendidikan pascasarjana di Universitas Hasanuddin.

5. Rektor Universitas Hasanuddin dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program Program Studi Magister.
6. Ayahanda penulis H. Hairuddin Usman dan ibunda tercinta Hj.Gretty Syatriani Saleh. yang telah memberikan dukungan materil, doa dan motivasi yang kuat kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
7. Rekan-rekan Lab Computer Based System Departemen Teknik Informatika yang selalu saling mendukung dalam suka maupun duka dalam proses penyelesaian tesis ini.
8. Rekan–rekan Mahasiswa S2 Departemen Teknik Elektro angkatan 2020 yang selalu mendukung dalam proses penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis masih jauh dari kata sempurna dan di dalam penyelesaiannya masih menemui kesulitan dan hambatan, sehingga penulis tetap mengharapkan saran dan kritik untuk pengembangan lebih lanjut, agar dapat memberikan manfaat yang banyak bagi semua pembaca.

Gowa, Juni 2023

Penulis

ABSTRAK

IQBAL FATRACHMAN USMAN. *Control And Monitoring Systems Behavior Classification Level Of Wasting Use Of Electrical Equipment In Iot-Based Smart Home.* (dibimbing oleh **Zahir Zainuddin** dan **Syafruddin Syarif**)

Smart home yang berbasis *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memonitoring peralatan listrik dengan lebih mudah dan efisien. Penggunaan yang berlebihan dan tidak efisien terhadap peralatan listrik dapat menyebabkan keborosan energi, pada penelitian ini dapat membangun sistem menggunakan *sensor(PZEM-004T)* mengukur aliran listrik pada perangkat, *sensor(Type Beam, Shear-Load Cell)* mengukur berat bulir beras yang jatuh ke wadah *rice cooker*, *sensor(Dallas DS18B20)* mengukur suhu dalam kulkas, *sensor(GY-302 BH1750)* mengukur intensitas cahaya, *sensor(DHT22)* memberikan informasi suhu pada ruangan, *sensor(HC-SRC04)* untuk mendeteksi keberadaan orang dan kondisi pintu, *sensor(YF-S201)* membaca debit air, *sensor(Infra-Red (IR) diode)* mengontrol *speed*, termostat dan *ON* atau *OFF* pada perangkat elektronik, *sensor relay* mematikan dan menyalakan perangkat elektronik. Semua sensor diintegrasikan untuk dapat melihat data terukur dalam penentuan logika tidak boros dan boros yang sudah ditentukan nilainya pada konsep pemetaan. Sistem ini menggunakan teknologi *IoT* untuk menghubungkan berbagai peralatan listrik ke jaringan dan melakukan pengumpulan data penggunaan secara *real-time*. Data yang terkumpul akan diolah dan dianalisis menggunakan algoritma *C4.5* untuk mengidentifikasi pola perilaku penggunaan ke sembilan peralatan listrik yang boros dan tidak efisien. Hasil analisis algoritma *C.45* kemudian digunakan untuk mengambil tindakan kontrol yang sesuai sebagai tindakan mengurangi keborosan energi. Dengan adanya sistem ini, diharapkan penggunaan peralatan listrik pada *smart home* dapat lebih efisien.

Kata Kunci: *SmartHome*, *System Kontrol dan Monitoring*, *Algoritma C4.5*, *IoT*, *Sensor*.

ABSTRACT

IQBAL FATRACHMAN USMAN. *Control And Monitoring Systems Behavior Classification Level Of Wasting Use Of Electrical Equipment In IoT-Based Smart Home.* (supervised by **Zahir Zainuddin** and **Syafruddin Syarif**)

Internet of Things (IoT)-based smart homes allow users to control and match electrical appliances more quickly and efficiently. Excessive and inefficient use of electrical equipment can lead to the wastage of energy. In this study, a system was built using a sensor (PZEM-004T) to measure the electric current in the device and a sensor (Type Beam, Shear-Load Cell) to measure the weight of the rice grains that enter the rice cooker. The housing sensor (Dallas DS18B20) measures the temperature inside the refrigerator, the sensor (GY-302 BH1750) measures light intensity, the sensor (DHT22) provides temperature information in the room, sensor (HC-SRC04) detects the presence of people. It counts people in a room, a sensor (YF-S201) reads the water discharge, a sensor (Infra-Red (IR) diode) controls speed, a thermostat and ON or OFF on electronic devices, and a relay sensor to turn off electronic devices. All sensors are integrated to view measured data in determining wasteful and wasteful logic. This system uses IoT technology to connect electrical equipment to the network and collect real-time usage data. The collected data will be processed using the C4.5 algorithm to identify behavior patterns using nine wasteful and inefficient electrical appliances. The C.45 algorithm analysis results are then used to take appropriate control measures to reduce energy wastage. With this system, electrical appliances in smart homes can be more efficient.

Keywords: SmartHome, Control and Monitoring System, C4.5 Algorithm, IoT, Sensors.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Internet of Things	9
2.2 Smart Home.....	9
2.3 NodeMCu8266	11
2.4 Sensor Yang Digunakan	12
2.4.1 Sensor pzem-004t v.3.....	12
2.4.2 Sensor (dallas).....	15
2.4.3 Sensor (<i>type</i> beam, <i>shear - load cell</i>).....	16
2.4.4 Sensor lux (gy-302 bh1750).....	16
2.4.5 Sensor kelembaban (dht22).....	17
2.4.6 Sensor ultrasonic (hc-sr04)	18

2.4.7 Sensor waterflow.....	19
2.4.8 Sensor penerima sinyal (infrared reciever vs1838b).....	19
2.4.9 Sensor pengirim sinyal (infra-red (ir) diode)	20
2.4.10 Relay	21
2.5 Spreadsheet.....	22
2.5.1 Logika	22
2.5.2 Application programming interface(api).....	22
2.5.3 Appsheet.....	23
2.6 Algoritma C 4.5	25
2.6.1 Rumus algoritma c 4.5	25
2.6.2 Langkah-langkah rinci algoritma c 4.5	27
2.7 Penelitian Terkait.....	31
2.7.1 State of the art	35
2.7.2 Kerangka pemikiran	39
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Jenis Penelitian	40
3.2 Waktu Dan Lokasi Penelitian.....	41
3.3 Tahapan Penelitian	41
3.4 Konsep Pemetaan Alat Boros Dan Tidak Boros	42
3.5 Flowchart Sistem Kontrol Dan Monitoring.....	60
3.5.1 Proses kerja sistem	60
3.6 Perancangan Sistem Kontroling Dan Monitoring	62
3.6.1 Skema tiap alat	63
3.7 Kalibrasi Alat.....	74
3.8 Teknik Pengumpulan Data	75
3.9 Devinisi prilaku yang membuat energi boros.....	75
3.10 Analisis Penelitian Data	76
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	81
4.1 Instrument.....	81
4.1.1 Hardware	81
4.1.2 Software	81
4.2 Analisa Dan Rancangan Integrasi Sembilan Alat Kontrol Dan Monitoring	82
4.2.1 Unit modul integrasi ac	84

4.2.2 Unit modul integrasi televisi	85
4.2.3 Unit modul teintegrasi pompa air	86
4.2.4 Unit modul terintegrasi kulkas	87
4.2.5 Unit modul terintegrasi kipas angin	88
4.2.6 Unit modul integrasi rice cooker	107
4.2.7 Unit modul terintegrasi lampu	108
4.3 Kalibrasi Alat.....	109
4.3.1 Kalibrasi televisi.....	109
4.3.2 Kalibrasi kulkas.....	110
4.3.3 Kalibrasi kipas angin.....	111
4.3.4 Kalibrasi rice cooker	112
4.3.5 Kalibrasi lampu	113
4.4 Pengambilan Data dan Data Keluaran Alat.....	114
4.5 Data Keluaran Alat Hasil Kontrol	121
4.6 Pengujian Halaman Berorientasi Obyek	121
4.6.1 Black box pengujian halaman	122
4.6.2 Kuantitatif indeks kinerja aplikasi	127
4.7 Analisa Data	128
4.7.1 Data master atau dataset.....	128
4.7.2 Analisa data master atau data set	134
4.7.3 Pembahasan pengolahan analisa data master	139
4.7.4 Pohon keputusan	153
4.8 Data Keluaran Aplikasi	154
4.8.1 Variabel data tanggal.....	154
4.8.2 Variabel angka	154
4.8.3 Interface appsheet.....	155
BAB V PENUTUP.....	160
5.1 Kesimpulan.....	160
5.2 Saran.....	161
DAFTAR PUSTAKA	162
LAMPIRAN.....	166

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1 Spesifikasi NodeMCU Esp8266	11
Tabel 2 Fungsi spesifikasi pzeem	13
Tabel 3 Representasi node tertinggi.....	27
Tabel 4 Perhitungan node 1.1	29
Tabel 5 Perhitungan node 1.1.2	30
Tabel 6 State of the art.....	35
Tabel 7. Variabel (x) dan (y)	40
Tabel 8. Pemetaan alat boros dan tidak boros.....	42
Tabel 9. Konektifitas jalur pin unit modul . lampu teras.....	65
Tabel 10. Konektifitas jalur pin unit modul lampu ruang tamu	66
Tabel 11. Konektifitas jalur pin unit modul lampu kamar	67
Tabel 12. Konektifitas jalur pin unit modul ac	68
Tabel 13. Konektifitas jalur pin unit modul kipas angin.....	69
Tabel 14. Konektifitas jalur pin unit modul televisi.....	70
Tabel 15. Konektifitas jalur pin unit modul kulkas.....	71
Tabel 16. Konektifitas jalur pin unit modul rice cooker.....	72
Tabel 17. Konektifitas jalur pin unit modul pompa air	73
Tabel 18. Data "url"	114
Tabel 19. Data monitoring keluaran lampu ruangan tamu	115
Tabel 20. Data Hasil Kontrol.....	121
Tabel 21. Pengujian halaman detail home dan app C 4.5	123
Tabel 22. Pengujian halaman detail app c 4.5 dan kipas angin	124
Tabel 23. Pengujian halaman detail kipas angin dan kipas form	125
Tabel 24. Pengujian halaman detail home dan donut chart.....	126
Tabel 25. Kuantitatif indeks kinerja aplikasi perangkat selular	127
Tabel 26. Data master.....	129
Tabel 27. Data master atau pre-prosesing 1	134
Tabel 28. Proses1 C 4 5	140
Tabel 29. Data processing 2	142
Tabel 30. Proses2 C 4 .5	147
Tabel 31. Data PreProsesing 3.....	147

Tabel 32. Proses3 C 4.5.....	150
Tabel 33. Data PreProsesing 4.....	151
Tabel 34. Proses4 C 4 .5.....	152

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1. NodeMCU8266 Lolin	12
Gambar 2. Sensor pzem-004T-100A V3.0	13
Gambar 3. Skema <i>sensor pzem-004T-100A V3.0</i>	14
Gambar 4. Pohon Keputusan Hasil Perhitungan <i>Node 1.1</i>	28
Gambar 5. Pohon keputusan hasil perhitungan <i>node 1.1.2</i>	29
Gambar 6. Pohon keputusan hasil perhitungan <i>node 1.1.2</i>	30
Gambar 7. Kerangka pikir	39
Gambar 8. Tahapan penelitian	41
Gambar 9. Flowchart sistem kontrol dan monitoring.....	60
Gambar 10. Skema lampu teras	65
Gambar 11. Skema lampu ruang tamu.....	66
Gambar 12. Skema lampu kamar.....	67
Gambar 13. <i>Skema Pendingain AC</i>	68
Gambar 14. Skema kipas angin.....	69
Gambar 15. Skema televisi.....	70
Gambar 16. Skema kulkas.....	71
Gambar 17. Skema rice cooker	72
Gambar 18. Skema pompa air.....	73
Gambar 19. Skema 9 (sembilan) alat yang terintegrasi.....	74
Gambar 20. Analisa data	76
Gambar 21. Desain ruangan rumah tampak dari atas peralatan elektronik basis IoT	82
Gambar 22. Desain ruangan rumah tampak dari atas dan instalasi rumah basis IoT	83
Gambar 23. Kotak integrasi unit modul monitoring ac.....	84
Gambar 24. Isi integrasi unit modul monitoring ac	84
Gambar 25. Pengaplikasian integrasi unit modul	84
Gambar 26. Kotak integrasi unit.....	85
Gambar 27. Pengaplikasian integrasi unit modul	85

Gambar 28. Kotak integrasi unit modul monitoring pompa air	86
Gambar 29. Integrasi unit modul monitoring pompa air	86
Gambar 30. Pengaplikasian integrasi	86
Gambar 31. Kotak integrasi unit modul monitoring kulkas.....	87
Gambar 32. Pengaplikasian kotak integrasi unit modul monitoring kulkas.....	87
Gambar 33. Pengaplikasian integrasi unit modul pada kulkas.....	87
Gambar 34. Isi kotak integrasi unit modul monitoring	88
Gambar 35. Pengaplikasian integrasi <i>unit modul</i> pada kipas angin.....	88
Gambar 36. <i>Kotak integrasi</i> unit modul monitoring rice coocler	107
Gambar 37. Pengaplikasian integrasi unit modul monitoring <i>rice coocker</i>	107
Gambar 38. Pengaplikasian integrasi unit	108
Gambar 39. Pengaplikasian integrasi unit modul pada lampu	108
Gambar 40. Pengkalibrasian antara alat dan.....	109
Gambar 41. Pengkalibrasian suhu dan nilai-nilai energi.....	110
Gambar 42. Pengkalibrasian suhu ruangan dan nilai-nilai energy antara alat dengan kipas angin	111
Gambar 43. Pengkalibrasian nilai timbangan dan integrasi unit modul.....	112
Gambar 44. Pengkalibrasian nilai <i>lux</i> meter dan integrasi unit modul.....	113
Gambar 45. Pohon keputusan.....	153
Gambar 46. Menu smarthome.....	155
Gambar 47. Donut chart diagram dalam persentase pemakaian	156
Gambar 48. Monitoring	157
Gambar 49. Tampilan kontrol dan monitoring aplikasi c 4.5.....	158
Gambar 50. Tampilan kontrol dan monitoring aplikasi c 4.5.....	159

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Coding Program.....	166
Lampiran 2. Data Keluaran Alat.....	197
Lampiran 3. Publikasi Artikel Ilmiah.....	232

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan teknologi di era 4.0 menuju 5.0, sangat dibutuhkan saat ini dengan pencapaian kebutuhan *monitoring* dan kontrol jarak jauh dalam penggunaan *Internet of Things* sebagai teknologi “layanan informasi *global* jarak jauh” untuk berbagai kebutuhan “Ide” dan “Konsep Kontroling dan *Monitoring*” di tiap rumah atau perusahaan. Hampir seluruhnya orang menggunakan “layanan informasi *global* jarak jauh” saat ini. Kegunaan *IoT* sangat bermanfaat di daerah perkotaan sebagai kontroling dan *monitoring* jarak jauh yang dapat mengawasi peralatan elektronik dalam rangka tindakan pencegahan untuk membantu masyarakat kota terhadap beroperasinya peralatan elektronik atau lainnya.

Smart home berbasis *Internet of Things (IoT)* adalah konsep rumah pintar di mana berbagai perangkat dan sistem di dalam rumah terhubung satu sama lain melalui jaringan internet, dan mampu saling berkomunikasi dan berinteraksi untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan rumah tangga. *IoT* adalah teknologi yang memungkinkan berbagai objek fisik (perangkat elektronik, *sensor*, alat rumah tangga) untuk terhubung ke internet dan bertukar data dan informasi.

Penggunaan *IoT* untuk layanan informasi jarak jauh mempunyai respon sebagai usaha pengembangan layanan informasi demi memenuhi kebutuhan pengguna, salah satunya *Smart Home*. *Smart Home System* berarti otomatisasi dan kontrol peralatan rumah tangga. Kemajuan teknologi terkini dalam perangkat elektronik mengakibatkan dan menghasilkan sejumlah besar sistem yang mudah digunakan serta fleksibel. Peralatan Rumah Tangga dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh perangkat elektronik, seperti ponsel, atau *Personal Device Assistant (PDA)*, dan *laptop* yang membuat hidup kita lebih mudah dan nyaman. *Smart Home System* dapat diterapkan untuk mengontrol banyak hal kegiatan di rumah [1]

Smart home, atau rumah pintar, merujuk pada konsep penggunaan teknologi informasi dan *internet* untuk mengotomatisasi, mengontrol, dan meningkatkan efisiensi operasional berbagai perangkat dan sistem di dalam rumah. Tujuan utama dari *smart home* adalah meningkatkan kenyamanan, keamanan, efisiensi energi, dan menghadirkan kemudahan dalam pengaturan rumah tangga. Berikut adalah beberapa komponen dan fitur umum yang ada dalam sebuah *smart home* (Restu Mukti *et al.*, 2022)

Permasalahan susah memonitoring dan pengontrolan peralatan elektronik pada rumah adalah masalah yang serius dihadapi oleh banyak orang. Beberapa alasan mengapa permasalahan ini muncul antara lain:

1. Keterbatasan Fisik dan Jarak: Ketika seseorang berada di luar rumah atau berada di ruangan yang jauh dari peralatan elektronik, sulit bagi mereka untuk secara langsung memonitor dan mengontrol peralatan tersebut. Misalnya, Anda mungkin ingin memastikan bahwa semua lampu telah dimatikan sebelum meninggalkan rumah, tetapi sulit untuk melihat atau mengingatkannya saat Anda sudah berada di luar rumah (Fathoni and Khotimah, 2023).
2. Konsumsi Energi yang Tidak Efisien: Tanpa pengontrolan yang tepat, peralatan elektronik mungkin tetap menyala lebih lama dari yang seharusnya, mengakibatkan pemborosan energi dan meningkatkan biaya listrik (Soleh and Susilo, 2016).

Perangkat *sensor* adalah alat atau komponen yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur perubahan dalam lingkungan fisik atau kimia dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diolah atau diinterpretasikan oleh sistem elektronik atau komputer. *Sensor* merupakan komponen kunci dalam berbagai teknologi dan aplikasi, termasuk *Internet of Things (IoT)*, perangkat pintar, kendaraan otonom, peralatan medis, sistem keamanan, dan banyak lagi (Kulkarni *et al.*, 2019).

Berikut adalah beberapa sensor pada penelitian ini : *pzem-004t*, *sensor (type beam, shear- load cell)*, *sensor dallas ds18b20*, *sensor lumen (gy-302 bh1750)*, *sensor suhu (dht22)*, *sensor ultrasonic (hc-src04)*, *sensor waterflow (yf-s201)*, *sensor (infrared reciever vs1838b)*, *sensor (infra-red (ir) diode)*.

Spreadsheet adalah aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membuat, mengorganisasi, dan menganalisis data dalam format tabel atau lembar kerja. *Spreadsheet* biasanya digunakan untuk tugas-tugas yang melibatkan perhitungan matematika, analisis data, dan pengaturan informasi secara terstruktur. Dalam *spreadsheet*, data disimpan dalam sel-sel yang membentuk baris dan kolom, mirip dengan lembar kerja atau table (Li and Building, no date).

API (Application Programming Interface) adalah kumpulan aturan dan protokol yang memungkinkan dua atau lebih perangkat lunak untuk berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain. Dalam konteks *spreadsheet*, *API* memungkinkan aplikasi atau layanan lain

untuk berinteraksi dengan data dan fungsi di dalam secara programatik (menggunakan kode atau *script*), bukan melalui antarmuka pengguna tradisional (Jain and Kakkar, 2019).

Logika (*logic*) merujuk pada cara data diproses dan diatur menggunakan fungsi dan rumus *spreadsheet* untuk menghasilkan hasil yang diinginkan. *Spreadsheet*, seperti *Microsoft Excel* atau *Google Sheets*, menyediakan berbagai fungsi matematika dan logika yang memungkinkan Anda melakukan perhitungan, analisis, dan pengambilan keputusan berdasarkan data yang dimasukkan (Robert and Brown, 2004).

Penggunaan *smart home* yang meningkatkan kenyamanan, keamanan, efisiensi energi, dan menghadirkan kemudahan dalam operasional peralatan elektronik sebagai pengaturan rumah tangga, dimana peralatan elektronik tersebut dapat dideteksi dan diukur perubahan menggunakan sensor dalam lingkungan fisik atau kimia serta mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diolah.

Semua data dari perangkat elektronik melalui keluaran sensor berupa nilai keluaran sesuai parameter sensor, data-data ini diarahkan ke *spreadsheet* menggunakan bagian dari plat *Internet of Things* sebagai antar muka perangkat lunak dikenal dengan nama *Application Programming Interface (API)*. Data nilai *sensor* itu, diprogram berdasarkan keterkaitan nama kolom sesuai isi dari kolom tersebut untuk tujuan menggunakan fungsi-fungsi logik menghasilkan data master. *Spreadsheet*, yang telah memiliki nilai parameter dari sensor peralatan elektronik yang sebelumnya antar muka pemrograman telah melaksanakan fungsinya dengan mengirimkan nilai data sensor ke *SpreadSheet* disebut Data Set. Data itu terletak pada pertemuan baris dan kolom disebut sel, dan untuk menilai antar keterkaitan kolom dalam suatu baris, maka sel yang disediakan untuk menampung penilaian baru, yang disediakan tersebut harus memiliki fungsi logik yang dapat diprogram logik untuk tujuan menilai interaksi tiap kolom dalam 1(satu) baris. Interaksi Data tiap kolom menggunakan fungsi logik menghasilkan nilai baru, nilai baru ini, yakni “Tidak Boros” dan “Boros”.

Data set atau dataset merupakan kumpulan data yang terdiri dari sekumpulan observasi atau pengamatan yang saling terkait. Setiap observasi dalam dataset berisi sejumlah variabel atau atribut yang merepresentasikan informasi tertentu. Dataset sering digunakan dalam berbagai bidang seperti ilmu pengetahuan, analisis data, statistik, pembelajaran mesin, dan penelitian.

Contoh dataset dapat berupa:

1. Dataset dalam ilmu pengetahuan: Data hasil percobaan atau pengamatan dalam berbagai disiplin ilmu seperti fisika, biologi, kimia, dan lain-lain.
2. Dataset dalam analisis data dan statistik: Data survei pendapat, data demografis, data ekonomi, dan lain-lain.
3. Dataset dalam pembelajaran mesin: Data latih yang digunakan untuk melatih model atau algoritma pembelajaran mesin.
4. *Dataset* dalam penelitian: Data yang dikumpulkan untuk mendukung sebuah penelitian atau eksperimen.

Dataset dapat berupa tabel yang terstruktur, *file* teks atau *CSV*, atau *format* lain yang sesuai dengan kebutuhan analisis atau pengolahan data. Pentingnya dataset adalah sebagai bahan dasar untuk analisis, pemodelan, atau pengambilan keputusan dalam berbagai bidang. Seiring dengan perkembangan teknologi dan teknik analisis data, semakin banyak *dataset* yang tersedia untuk masyarakat dan ilmuwan, yang berkontribusi pada pemahaman kita tentang berbagai fenomena dan membantu dalam pengembangan solusi untuk berbagai masalah (Santoso, Kom and Kom, 2018).

Data master merupakan kumpulan data inti dan utama yang menyimpan informasi paling penting dan fundamental tentang entitas atau objek tertentu dalam suatu sistem atau organisasi. *Data master* seringkali menjadi data referensi yang digunakan sebagai basis atau acuan dalam berbagai proses bisnis atau operasional.

Contoh objek atau entitas yang dapat memiliki data master antara lain:

1. *Data Master* Pelanggan (*Customer Master*): Berisi informasi fundamental tentang pelanggan, seperti nama, alamat, nomor telepon, dan informasi kontak lainnya.
2. *Data Master* Produk (*Product Master*): Berisi informasi tentang produk yang dijual atau diproduksi oleh suatu perusahaan, termasuk deskripsi produk, kode produk, harga, dan atribut lainnya.
3. *Data Master* Pegawai (*Employee Master*): Berisi informasi tentang pegawai atau karyawan suatu organisasi, seperti nama, posisi, departemen, dan data kontak.
4. *Data Master* Supplier (*Supplier Master*): Berisi informasi tentang pemasok atau supplier yang menyediakan barang atau layanan kepada suatu organisasi.

5. *Data Master* Lokasi (*Location Master*): Berisi informasi tentang lokasi fisik, seperti alamat gudang, kantor cabang, atau toko.

Data master biasanya diatur dalam suatu basis data yang terpusat atau terintegrasi untuk memastikan konsistensi dan akurasi informasi. Selain itu, data master juga seringkali dihubungkan dengan data operasional lainnya dalam sistem, sehingga memastikan keterkaitan dan konsistensi data di seluruh organisasi.

Ketika data master dikelola dengan baik, hal ini dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional, pengambilan keputusan yang lebih baik, dan integritas data secara keseluruhan. *Data master* juga dapat menjadi landasan penting dalam proyek pengembangan sistem informasi atau implementasi teknologi seperti *ERP (Enterprise Resource Planning)* dan *CRM (Customer Relationship Management)*(Santoso, Kom and Kom, 2018).

Algoritma C4.5 menghasilkan pohon keputusan sebagai model prediksi. Pohon keputusan adalah struktur pohon dengan simpul (*node*) sebagai keputusan atau aturan dan cabang (*branch*) sebagai hasil dari keputusan atau aturan tersebut. Pohon keputusan dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data ke dalam kategori atau melakukan prediksi berdasarkan input yang diberikan(Harsiti *et al.*, 2013).

Prinsip Kerja Algoritma C4.5 bekerja dengan mencari atribut terbaik yang memisahkan data menjadi kelompok-kelompok yang homogen, dengan mengukur ukuran keterpisahan (*separation*) dan keberagaman (*diversity*) setiap atribut. Atribut terbaik dipilih berdasarkan nilai "*gain ratio*," yang mengukur seberapa baik atribut tersebut dapat mengurangi ketidakpastian dalam klasifikasi data(Mazid, Ali and Tickle, 2010)

AppSheet adalah *platform* pengembangan aplikasi berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi kustom dengan mudah tanpa perlu menulis kode pemrograman secara tradisional. Dengan *AppSheet*, Anda dapat mengambil data dari berbagai sumber, seperti *spreadsheet*, *database*, atau layanan *cloud*, dan mengubahnya menjadi aplikasi yang berfungsi sepenuhnya di berbagai perangkat, termasuk *smartphone*, *tablet*, dan *web*(Munandar, Saputra and Maulana, 2022).

Dari pembahasan dan masalah yang sering terjadi pada masyarakat peneliti mendapatkan ide untuk membangun sebuah sistem *smart home* berbasis IoT, yang dimana maksimalkan *IoT* untuk menjadi pengontrolan jarak jauh, peralatan yang di kontrol pada

Penelitian ini lampu kamar, lampu teras, lampu kamar, kulkas, kipas angin, *rice cooker*, *Ac*, *Tv*, pompa air, dan membangun sistem *smart home* yang dimana setiap perangkat elektronik dapat mengeluarkan data dari setiap *sensor* untuk di intergrasikan menjadi dua variable yaitu boros dan, tidak boros, yang dimana sistem yang di bangun dapat mengeluarkan data real-time dan dapat di simpan pada data base, data base di gunakan pada penelitian ini adalah data base spreadsheet yang dimana data base ini banyak keunggulan untuk menampung data dari tiap *sensor*, di antaranya database *spreadsheet* sudah memiliki fasilitas *hosting online*, *API*, *APPsheet* untuk membangun aplikasi yang kita inginkan, setelah data yang di simpan di data base, peneliti menambahkan algoritma *C.45* untuk menganalisis data yang sudah terintegrasi menjadi dua variable tidak boros dan boros, agar dapat mengetahui dari kesembilan alat mana yang boros dan tidak boros dengan range waktu yang sudah di tentukan, setelah itu sistem dapat di oprasikan pada perangkat pengguna *mobile phone*, yang dimana pada tampilan *mobile phone* pada sistem di bangun dapat mengontrol apa bila terjadi keborosan, memonitoring peralatan elektronik, dan dapat melihat analisa *C.45* dari diagram *donut*.

Peralatan Elektronik beserta *sensor* yang mengeluarkan nilai *parameter*, menggunakan kontrol jarak jauh didalam rumah yang telah di setting untuk beroperasi secara pintar melalui sambungan *Internet*, dan penulis menamakan sebagai Judul, Sistem Kontrol Dan *Monitoring* Klasifikasi Perilaku Tingkat Keborosan Penggunaan Peralatan Listrik Pada *Smart Home* Berbasis *Iot*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang beserta judul diatas maka rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Sistem Kontrol dan *Monitoring* dapat memberikan data terukur perilaku dan *klasifikasi* tingkat keborosan menurut penggunaan peralatan listrik pada konsep *SmartHome* berbasis *IoT* ?
2. Apakah *Sistem* Kontrol dan *Monitoring* memperlihatkan dan menentukan kondisi *real* tingkat keborosan perilaku penggunaan peralatan listrik pada *sistem Smart Home* berbasis *IoT* ?

1.3 Batasan Masalah

1. *Smart Home* peralatan elektronik untuk tingkat pengguna yang tinggi pada rumah tangga.
2. Menentukan nilai parameter *variabel linguistic*.
3. Data sampel yang di gunakan untuk alghoritma *C 4.5* 100 data.

1.4 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian sebagai berikut yakni :

1. Memberikan data terukur perilaku dan *klasifikasi* tingkat keborosan menurut penggunaan peralatan listrik pada konsep *SmartHome* berbasis *IoT*.
2. Memperlihatkan bukti nyata tingkat keborosan penggunaan peralatan listrik dan prilaku pada konsep *Smart Home* berbasis *IoT*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian, nantinya untuk dilaksanakan waktu dekat bulan ini sebagai berikut :

1. Pengguna rumah memiliki waktu yang lebih untuk melakukan pekerjaan lain, walaupun hanya sedikit waktu yang di butuhkan untuk kegiatan mematikan dan menghidupkan penerang rumah setiap hari.
2. Pengguna rumah dapat melihat data perilaku saat terjadi boros dan tidak boros tingkat keborosan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tesis ini disusun secara *sistematis* yang terdiri atas 5 bab yang saling berhubungan. Uraian singkat dari bab-bab tersebut adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, dan *sistematika* penulisan.

Bab II Landasan Teori

Pada bab ini menjelaskan tentang gambaran umum teori serta konsep dari pada sistem kontrol dan *monitoring* perilaku dan *klasifikasi* tingkat keborosan penggunaan peralatan listrik pada *smart home* berbasis *iot* dan penelitian-penelitian terkait.

Bab III Perancangan Sistem

Pada bab ini menjelaskan tentang perancangan *sistem* yang terdiri atas perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Bab IV Hasil Dan Analisa

Pada bab ini berisi hasil simulasi dan perancangan dan penjelasan baik *hardware* dan *software* yang digunakan, dan analisa mengenai data-data yang diperoleh.

Bab V Penutup

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan hasil analisa yang dilakukan dan saran perbaikan untuk menyempurnakan tesis ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini mengarah ke pengontrolan serta monitoring untuk jenis peralatan listrik rumah tangga yang terhubung dengan unit integrasi alat mikrokontroler bersama sensor serta relay melalui komunikasi layanan jaringan *WiFi* rumah tangga. Penyelesaian dapat dilaksanakan mengenai penggunaan perangkat elektronik saat ini yang sudah terdata untuk masalah akibat penggunaan yang menyebabkan tingkat keborosan, yang diselesaikan dengan hanya memonitoring data keluaran sensor terhadap peralatan elektronik tersebut.

Hal ini mengindikasikan bahwa penyelesaian tersebut masih sangat meninjau di tingkat monitoring dengan kemampuan untuk pemantauan dalam skala waktu yang sangat singkat, tetapi untuk penelitian ini data hasil *monitoring* tersebut dapat di manfaatkan dalam usaha untuk mengontrol peralatan elektronik tersebut terhadap usaha penghematan energi disaat data telah terkumpul atau pun dalam waktu yang sangat lama.

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana koneksi *internet* diperluas ke perangkat fisik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Era industri 4.0 atau yang familiar dengan IoT juga mempengaruhi kebiasaan dan cara hidup masyarakat, yang pada saat ini masyarakat mulai memasuki era *society* 5.0 yang mana lebih familiar dan sering memanfaatkan teknologi teknologi *internet* dalam kesehariannya. Pada masa ini, banyak hal dapat dilakukan melalui kegiatan remote atau jarak jauh dengan dukungan internet (Budiyanti, 2021).

2.2 Smart Home

Sistem *Smart Home* yang mendukung teknologi modern. Perkembangan kendali dan pemantauan perangkat ruangan pada smart terus berkembang dimana banyak penellitian membahas akan teknologi ini diantaranya pengaturan intensitas cahaya yang masuk keruangan dengan pengaturan pada ruangan sehingga meminimalkan pemakaian dari listrik (Fabricio, Behrens and Bianchini, 2020), otomatis mengendalikan, pompa air, lampu (Subahi and Bouazza, 2020).

1. Sistem Kontrol Cerdas: Ini adalah otak rumah pintar yang berfungsi mengatur dan mengendalikan perangkat-perangkat yang terhubung dalam rumah. Sistem kontrol cerdas ini biasanya menggunakan kecerdasan buatan (AI) untuk memahami preferensi penghuni rumah dan beradaptasi dengan pola penggunaan.
2. Perangkat *Internet of Things (IoT)*: Berbagai perangkat elektronik seperti lampu, kipas angin, kunci pintu, kamera pengawas, pengukur suhu, dan peralatan lainnya dihubungkan ke jaringan internet melalui *Wi-Fi* atau teknologi nirkabel lainnya. Ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan perangkat dari perangkat seluler atau komputer mereka dari jarak jauh.
3. Keamanan: Sistem keamanan rumah pintar mencakup kamera pengawas, sensor gerak, dan pengunci pintu pintar yang dapat diakses dari jauh. Penghuni rumah dapat memantau dan mengontrol keamanan rumah mereka melalui perangkat pintar.
4. Manajemen Energi: Rumah pintar dapat mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengatur pencahayaan dan suhu sesuai dengan preferensi penghuni dan menggunakan sensor-sensor untuk mendeteksi kehadiran manusia.
5. Sistem Suara dan Penerangan: Sistem audio dan pencahayaan pintar memungkinkan penghuni untuk mengatur suasana dalam rumah sesuai keinginan.
6. Sistem Kontrol Kehadiran: Beberapa rumah pintar dilengkapi dengan sistem yang mengenali penghuni rumah dan beradaptasi dengan kehadiran mereka.
7. Kenyamanan dan Kendali Suara: Dengan asisten suara seperti *Amazon Alexa* atau *Google Assistant*, penghuni rumah dapat mengontrol berbagai perangkat dengan menggunakan perintah suara (Progo, 2022).

Smarthome merupakan sebuah aplikasi yang dirancang dengan berbantuan komputer yang akan memberikan kenyamanan, keamanan dan penghematan energi yang berlangsung secara otomatis sesuai dengan kendali pengguna dan terprogram melalui komputer pada gedung atau tempat tinggal kita. Konsep teknologi rumah cerdas ini dirancang untuk memudahkan pemilik rumah dalam memantau kondisi peralatan elektronik yang terhubung dari smartphone yang dimiliki.

2.3 NodeMCu8266

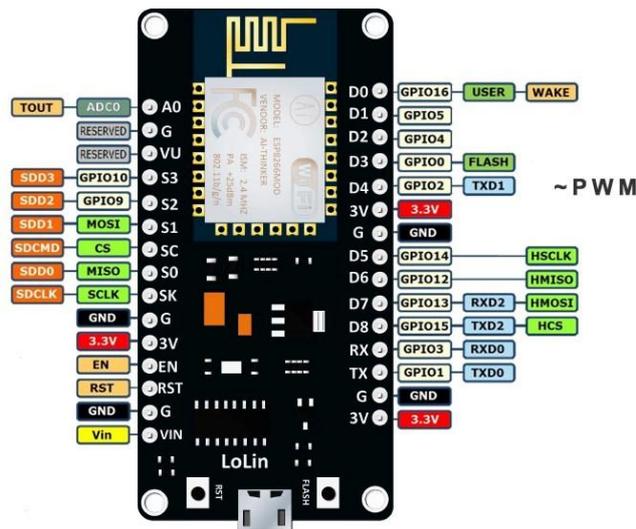
Penulis memilih Mikrokontroler ini merupakan cara terbaik untuk mengembangkan aplikasi *IoT* dengan cepat dengan menambahkan lebih sedikit sirkuit terintegrasi adalah dengan memilih sirkuit "*NodeMCU*" ini.

Pendahuluan terperinci tentang *NodeMCU V3.*, yakni perangkat firmware dengan pengembangan sumber terbuka yang memiliki peran penting dalam merancang produk *IoT* yang tepat menggunakan beberapa baris skrip khusus dari bahasa pemrograman *C++*. Terutama Modul ini didasarkan pada *ESP8266* yang merupakan microchip *Wi-Fi* yang menggabungkan tumpukan *TCP/IP* penuh dan kemampuan mikrokontroler. Mikrokontroler diperkenalkan oleh pabrikan *Espressif Systems*. *NodeMcu ESP8266* adalah perangkat kompleks yang menggabungkan beberapa fitur papan *Arduino* biasa dengan kemungkinan terhubung ke *internet*.

NodeMCU terkenal yang didasarkan pada *ESP8266 WiFi SoC*. Ini adalah versi 3 serta didasarkan pada *ESP-12E (Modul WiFi berbasis ESP8266)*. *NodeMCU* juga merupakan perangkat *firmware* dan pengembangan sumber terbuka untuk membuat prototipe produk *IoT*. Dibawah ini detail terkait spesifikasi ini, fitur utamanya, *pinout*, dan semua yang perlu diketahui tentang modul ini dan domain aplikasinya.

Tabel 1 Spesifikasi NodeMCU Esp8266

Mikrokontroler	<i>Tensilica 32 bit</i>
<i>Flash Memori</i>	4 KB
Tegangan Operasi	3,3 Volt
Tegangan Input	7-12 Volt
<i>Digital I/O</i>	16
<i>Analog Input</i>	1(10 bit)
<i>Interface UART</i>	1
<i>Interface SPI</i>	1
<i>Interface I2C</i>	1



Gambar 1. *NodeMCU8266 LoLin*

Kegunaan dari perangkat ini, sebagai *node* atau titik yang diinstalasikan ke peralatan elektronik sebagai unit utama komponen *system* kontrol dan *monitoring* berfungsi sebagai pemantau(*monitor*) *parameter* arus, tegangan dan daya pada peralatan ini, maka untuk peralatannya dibutuhkan 9(sembilan) peralatan unit peralatan elektronik nantinya. Alat untuk keterhubungan *WiFi* (jaringan *LOCAL*) adalah *NodeMCU-8266* serta *Nodenya* atau titiknya yang mewakili peralatan elektronik tersebut juga adalah *NodeMCU-8266*. *NodeMCU V3* ini harus diprogram terlebih dahulu agar dapat ‘bekerja’ sesuai dengan *design sistem* yang diinginkan dengan menggunakan Aplikasi *Arduino IDE (sketch)*, tentu dengan menyesuaikan tipe atau jenis *board*. Agar *board NodeMCU V3* ini terdeteksi di *Arduino IDE* perlu diinstal terlebih dahulu ‘*board NodeMCU*’ nya. (Al Dahoud and Fezari, 2018)

2.4 Sensor Yang Digunakan

2.4.1 Sensor *pzem-004t v.3*

Untuk mengambil data dari Peralatan elektronik penulis menggunakan Modul yang dapat berkomunikasi dengan arus bolak-balik peralatan elektronik, seperti; lampu (teras, ruang tamu, kamar), pendingin ruangan (*AC*), kipas angin, televisi, kulkas, *rice cooker*, pompa air. Modul itu bernama *PZEM-004t-100A*(Darmono, Koesmarijanto and Naufal, 2022)dengan trafo eksternal yang memiliki rentang pengukuran 100A(Watkins, 2020).



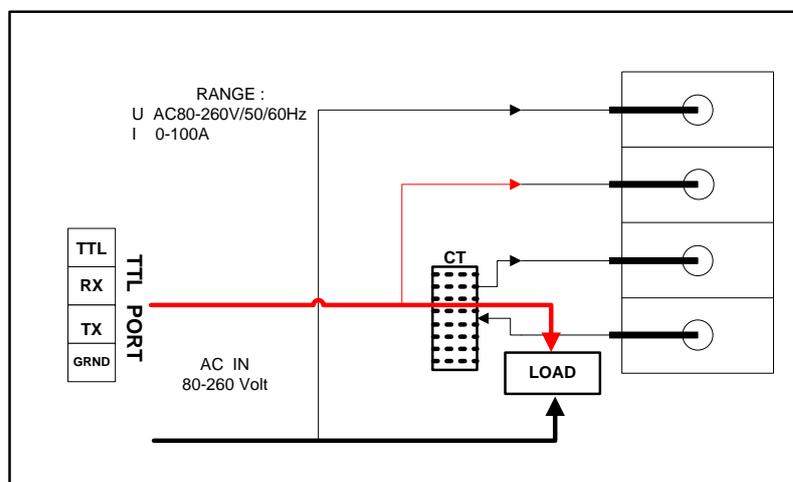
Gambar 2. Sensor pzem-004T-100A V3.0

Tabel 2 Fungsi spesifikasi pzeem

GAMBARAN FUNGSI							
Fungsi	Pengukuran Jangkauan		Pengukuran AWAL MULA Arus / kekuatan		Resolusi	Keakuratan Pengukuran	Tampilan Format
	10 A	100A	10 A	100A			
Tegangan	90-250 V				0,1 V	0,5 %	-
Arus (Current)	0-10A	0-100A	0,01A	0,02A	0,001A	0,5 %	-
Daya (Power)	0~2,3 kW	0~2,3 kW	0,4 W 0,1 W		0,1 W	0,5%	<1000W, yakni tampilan 1 desimal, tiap: 999,9W; ≥1000W. Yakni hanya tampilan angka, tiap 1000W
Faktor Daya (Power Factor):	0,00~1,00				0,01	1 %	-
Frekuensi	45Hz~65Hz				0,1Hz	0,5 %	-
Energi (Energy) (Rest Energi; untuk mereset gunakan SoftWARE)	0~9999,99kWh				1Wh	0,5%	<110kW, yakni tampilan unti yakni, Wh(1kWh=1000Wh) tiap: 9999W; ≥10kW, unit tampilan yakni , tiap 9999,99kWh
Kekuata LEBIH (alarm)	Ambang batas daya aktif dapat diatur, ketika daya aktif yang diukur melebihi ambang batas, alarm dapat diaktifkan						
Antarmuka Komunikasi	Antarmuka RS485						
Ukuran	Panjang * lebar * Tinggi = 73,7 * 30 * 14,3mm (Bare pager)						
Kekuatan SUPLAY	Catu daya jaringan frekuensi daya fase tunggal memasok daya ke sirkuit utama melalui step-down kapasitansi resistansi, antarmuka komunikasi keluaran TTL dan isolasi optocoupler Sirkuit Utama, untuk keluaran pasif, komunikasi perlu menyediakan catu daya 5V eksternal						
Bekerja pada Temperatur (Temperature)	-20°C !+60°C						

Modul komunikasi arus bolak-balik (AC) *PZEM-004T*, modul digunakan untuk mengukur tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, daya faktor dan energi aktif, modul ini tanpa fungsi tampilan, serta data dibaca melalui antarmuka *TTL*.

Sensor ini memiliki spesifikasi, yakni; Jangkauan Pengukuran Frekuensi(*Frequency*): 45~65 *Herzt*, resolusi: 0,1 *Herzt*, bekerja pada Temperatur(*Temperature*): -20°~+60°C(Ahamed *et al.*, 2021) dan merupakan *sensor* yang digunakan untuk melakukan *monitoring* menggunakan kepemilikan keunggulan sebuah transformator tegangan ultra mikro (*ultra micro voltage transformer*), akurasi tinggi, dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya.(Bina *et al.*, 2019)



Gambar 3. Skema *sensor pzem-004T-100A V3.0*

Jalur modul ini dibagi menjadi dua bagian jalur terminal *input* uji tegangan dan arus dan kabel komunikasi serial seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.15, sesuai dengan kebutuhan klien yang sebenarnya, dengan papan pin *TTL* yang berbeda untuk mengarsipkan komunikasi dengan terminal yang berbeda.

Power Factor (PF) adalah rasio antara daya aktif (*Watt*) dan daya semu (*VA*) dalam sebuah sirkuit listrik. *PF* selalu bernilai antara 0 hingga 1, di mana nilai 1 menunjukkan bahwa semua daya yang masuk ke dalam sirkuit listrik digunakan secara efisien untuk melakukan kerja yang diperlukan dan tidak ada daya yang terbuang.

Standar minimum *PF* yang diharapkan dalam suatu sistem tenaga listrik biasanya ditentukan oleh regulator atau penyedia layanan listrik, dan dapat bervariasi antara negara, daerah, atau bahkan perusahaan listrik yang berbeda-beda.

Sebagai contoh, di Indonesia, standar minimum PF yang diharapkan dalam sistem tenaga listrik adalah 0,9. Artinya, setiap pelanggan atau konsumen listrik yang terhubung ke jaringan listrik harus memastikan bahwa PF dari peralatan listrik yang digunakan mencapai nilai minimal 0,9. Jika nilai PF kurang dari 0,9, penyedia layanan listrik dapat memberlakukan denda atau biaya tambahan untuk mengkompensasi penggunaan daya listrik yang tidak efisien. Namun, nilai PF yang diharapkan dapat bervariasi tergantung pada negara atau wilayah masing-masing.

Menganalisa keluaran kWh $PZEM$ dari nilai voltasi dan arus;

$$P / W = Volt \times A \times PF$$

$$\begin{aligned} P \text{ atau } W \text{ perjam} &= 206 \text{ volt} \times 0.244 \text{ ampere} \times 0,98 \text{ pf} \\ &= 49,25872 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga untuk mendapatkan } kWh : &= \frac{(49,25872 \text{ watt}) * 8 \text{ jam}}{1000} \\ &= 0,93406976 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$A = \frac{\text{watt}}{(\text{volt} * PF)}$$

$$A = (49,25872 \text{ watt} / (206 \text{ volt} * 0,98 \text{ pf}))$$

$$= 0,244 \text{ ampere} \quad (1)$$

2.4.2 Sensor (dallas)

Termometer digital $DS18B20$ menyediakan suhu $Celcius$ 9-bit hingga 12-bit pengukuran dan memiliki fungsi alarm dengan bagian atas dan yang dapat (tersimpan ketika aliran listrik tidak ada) yakni : diprogram pengguna *non-volatile* titik pemicu yang lebih rendah. $DS18B20$ berkomunikasi melalui bus 1-Wire yang menurut definisi membutuhkan hanya satu jalur data (dan *ground*) untuk komunikasi dengan mikroprosesor pusat. Ini memiliki rentang suhu pengoperasian -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dan akurat hingga $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Selain itu, $DS18B20$ dapat memperoleh daya langsung dari jalur data (“daya parasit”), menghilangkan kebutuhan catu daya eksternal. $DS18B20$ berukuran kecil *sensor* suhu dengan ADC 12 bit bawaan. Itu dapat dengan mudah

dihubungkan ke digital *NodeMCU8266*. Suhu merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan ketika menilai kualitas air. Di dalam selain efeknya sendiri, suhu memengaruhi beberapa *parameter* lain dan dapat berubah sifat fisik dan kimia air (Amin *et al.*, 2021)

Sensor *DS18B20*, mengeluarkan data digital yang dikendalikan oleh mikrokontroler selanjutnya data tersebut dikelola.

2.4.3 Sensor (type beam, shear - load cell)

Terdapat mekanisme secara umum melibatkan *Strain gauge* berfungsi sebagai konversi gaya fisik yang diterapkan pada *load cell* menjadi sinyal listrik. Perubahan deformasi material di dalam *load cell* menghasilkan perubahan pada nilai resistansi *strain gauges*, yang kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik yang dapat diolah oleh perangkat pengukuran atau sistem elektronik lainnya.

Load cell sangat bermanfaat dalam berbagai aplikasi, termasuk pengukuran berat, kontrol proses industri, sistem pengukuran gaya, penelitian ilmiah, dan banyak lagi. Keakuratan dan keandalannya menjadikannya pilihan utama dalam banyak industri dan aplikasi yang membutuhkan pengukuran gaya atau beban dengan tepat.

Strain gauge adalah komponen penting yang digunakan dalam berbagai jenis *load cell*, termasuk tipe beam (gaya tekan atau tarik) dan shear (gaya geser). Jangkauan Bobot 2~5 kg, Akurasi Tinggi, dan kepekaan dateksi (Rumbara, 2018)

Sensor ini mengeluarkan data ketika terdapat beban saat benda memberikan beban gravitas, dan merubah menjadi listrik disebut deformasi. Data terpenting ini cukup memberikan ke akurasion dari kepekan tinggi *sensor* ini.

2.4.4 Sensor lux (gy-302 bh1750)

GY-302 BHI750 digunakan sebagai *sensor* intensitas cahaya dalam ruangan yang menggunakan chip *ROHM BHI750FVI* asli, yang memiliki rentang tegangan DC 3~5 V dan penginderaan 1~65535 *LUX*. *Sensor* ini memiliki konverter *AD* 16-bit untuk keluaran *digital* langsung, membantu menghindari banyak hal perhitungan yang rumit, dan memiliki karakteristik spektroskopi yang tidak membedakan ambien sumber cahaya dan mereka yang dekat dengan sensitivitas visual. Itu dapat melakukan pengukuran 1-*Lux* yang sangat presisi

berbagai kecerahan, dan menggunakan arus rendah. Karena perlindungan *power-off*, itu sedikit terpengaruh oleh sinar inframerah (Sung and Hsiao, 2022).

Utama dari sensor ini untuk rancangan *smart home*, bahwa intensitas cahaya yang diukur oleh *sensor* didalam ruangan kedap cahaya menunjukkan pentingnya pengukuran tidak adanya cahayanya yang bersumber dari lampu didalam ruangan agar menandakan cahaya dari peralatan elektronik apapun itu juga bahkan sumber cahaya dari sumber buka peralatan elektronik lainnya aka di anggap sebagai peringatan boros sebagai spektrum yang dikenal oleh *sensor* ini.

2.4.5 Sensor kelembaban (dht22)

AM2302, juga dikenal sebagai *DHT22*, adalah *sensor* suhu dan kelembaban yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. *Sensor* ini mampu mengukur suhu dan kelembaban lingkungan dan memberikan keluaran digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya.

AM2302, terdapat dua elemen sensing yang terpisah, yakni Sensing element suhu menggunakan termistor, yaitu komponen elektronik yang resistansinya berubah dengan perubahan suhu. rentang pengukuran suhunya adalah $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$, akurasi pengukurannya adalah $0,5^{\circ}\text{C}$, Ketika suhu lingkungan berubah, resistansi termistor berubah, dan perubahan ini diukur oleh *sensor* untuk menghasilkan nilai suhu dalam derajat *Celsius* atau *Fahrenheit*.

Sensing element kelembaban menggunakan bahan yang reaktif terhadap kelembaban. rentang pengukuran kelembapannya adalah $0\% - 100\% \text{ RH}$, dan akurasi pengukuran adalah $0,05\% \text{ RH}$. menyebabkan perubahan sifat bahan ini, seperti kapasitansi, yang kemudian diukur oleh *sensor* untuk menghasilkan nilai kelembaban dalam persen.

AM2302 menggunakan protokol komunikasi satu kabel yang sederhana untuk mentransmisikan data suhu dan kelembaban. Mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya dapat menghubungkan pin *output* dari *AM2302* ke pin *input* dan *output* yang sesuai pada perangkat untuk membaca data yang dikirimkan oleh *sensor*. *AM2302* atau *DHT22* adalah *sensor* yang handal dan akurat untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam berbagai aplikasi, termasuk otomatisasi rumah, sistem *monitoring* lingkungan, peralatan meteorologi, dan proyek elektronik lainnya. Dengan cara kerja yang sederhana dan *output* yang mudah dibaca, *sensor* ini sangat populer di kalangan penggemar elektronik. Modul *AM2302*

memiliki keunggulan konsumsi daya yang rendah, ukuran kecil, kualitas tinggi, respon cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat, dan kinerja hemat biaya (Amin *et al.*, 2021)

Adanya *sensor AM2302*, juga dikenal sebagai *DHT22*, dalam penelitian ini sangatlah bermanfaat, karena terdapat 2 (dua) sensing atau fungsi deteksi ganda terhadap ruangan dalam proyek *smart home* ini, keakurasian keduanya terletak pada fungsi sensing itu sendiri. Dalam penelitian ini penulis belum memiliki kesempatan untuk mengkalkulasi sensing suhu dan kelembaban udara untuk menghasilkan nilai yang maksimal, sehingga dibutuhkan saat ini hanyalah nilai suhu saja.

2.4.6 Sensor ultrasonic (hc-sr04)

Sinyal pemicu (*trigger*) dikirimkan dari mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya ke pin pemicu (*trigger*) pada sensor *HC-SR04*. Sinyal pemicu ini berupa pulsa tinggi (*HIGH*) dengan durasi minimal 10 mikrodetik (μs). Setelah menerima sinyal pemicu, *sensor HC-SR04* menghasilkan gelombang ultrasonik (suara dengan frekuensi di atas batas pendengaran manusia, biasanya sekitar 40 *kHz*). Gelombang ultrasonik ini dipancarkan ke arah objek yang akan diukur jaraknya.

Gelombang ultrasonik mencapai objek dan kemudian dipantulkan kembali (*reflection*) ke *sensor* setelah memantul dari objek tersebut. Proses ini terjadi karena gelombang ultrasonik mengenai objek dan terjadi perubahan fase gelombang saat memantul. *HC-SR04* akan mendeteksi pantulan gelombang (*echo*) yang datang kembali setelah memantul dari objek. Ketika *sensor* mendeteksi *echo*, pin *output echo* pada *HC-SR04* akan beralih dari rendah (*low*) ke tinggi (*high*).

Mikrokontroler atau perangkat elektronik yang mengendalikan *HC-SR04* akan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk gelombang ultrasonik bergerak dari *sensor* ke objek dan kembali ke *sensor*. Waktu ini diukur dalam mikrodetik (μs). Berdasarkan waktu yang diukur, jarak antara *sensor* dan objek dihitung dengan menggunakan rumus sederhana berdasarkan kecepatan suara di udara (sekitar 343 meter/detik atau 0,0343 $cm/\mu s$). Jarak (dalam *cm* atau *inch*) dapat dihitung dengan rumus:

$$Jarak = \frac{(Waktu Echo * Kecepatan Suara)}{2} \quad (2)$$

Faktor 2 digunakan karena gelombang ultrasonik bergerak dari *sensor* ke objek dan kembali lagi, sehingga waktu yang diukur mencakup perjalanan bolak-balik.

Nilai jarak yang diukur akan dikirimkan sebagai *output digital* dalam bentuk pulsa tinggi dengan durasi yang sesuai. Mikrokontroler kemudian dapat membaca durasi pulsa ini untuk mendapatkan nilai jarak dan menggunakannya dalam aplikasi yang sesuai. (Fu *et al.*, 2020)

Data durasi pulsa ini yang dibutuhkan peneliti dalam bentuk digital, mengenai jarak dari obyek.

2.4.7 Sensor waterflow

YF-S201 sensor pengukur aliran air yang terdiri dari plastik katup, rotor air dan *sensor effect-hall*. Prinsip kerja dari *sensor* ini adalah ketika aliran air melewati katup plastik, rotor magnet akan berputar sehingga menghasilkan sinyal pulsa tegangan yang sebanding dengan jumlah air yang melewati *sensor* (Rosyady, Yulianto and Warsino, 2021). Modul mikrokontroler yang akan mengirimkan air data debit yang diperoleh dari *sensor* aliran air ke modul master mikrokontroler. Lalu master datanya diperoleh akan diteruskan ke *internet* dengan modul *NodeMCU*.

2.4.8 Sensor penerima sinyal (infrared reciever vs1838b)

Jenis *sensor* penerima inframerah (*IR*) yang umum digunakan untuk menerima dan mengirimkan sinyal inframerah dalam aplikasi elektronik. *Sensor* ini adalah salah satu jenis penerima *IR* yang populer karena kemudahan penggunaannya, kinerjanya yang andal, dan harga yang terjangkau. *Sensor VS1838B* biasanya digunakan dalam berbagai proyek dan perangkat elektronik, termasuk *remote control*, perangkat pengontrol jarak jauh, sistem keamanan, dan aplikasi elektronik lainnya.

Penerimaan Sinyal Inframerah, dirancang untuk menerima sinyal inframerah dari *remote control* atau perangkat pengirim *IR* lainnya. Ketika *sensor* terkena sinar inframerah, ia mengubah pola sinyal inframerah menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh mikrokontroler atau rangkaian lainnya. *VS1838B* memiliki sensitivitas yang baik terhadap sinyal inframerah, yang memungkinkan untuk menerima sinyal dari jarak tertentu.

Kompatibel dengan berbagai jenis *remote control* dan pengirim *IR* yang umum digunakan dalam elektronik konsumen. *Sensor* ini menghasilkan *output* sinyal *digital* yang mengindikasikan kehadiran atau ketiadaan sinyal inframerah.

Outputnya berupa pulsa *digital* yang dapat dibaca oleh mikrokontroler atau rangkaian lainnya seperti *VS1838B* biasanya bekerja pada tegangan 3.3V atau 5V, membuatnya mudah diintegrasikan dengan berbagai sistem mikrokontroler.

Sensor penerima inframerah *VS1838B* adalah komponen yang berguna dan serbaguna dalam berbagai proyek elektronik yang melibatkan komunikasi inframerah. Perangkat ini memungkinkan perangkat Anda untuk berinteraksi dengan *remote control* atau pengirim *IR* lainnya, menjadikannya pilihan yang populer untuk banyak aplikasi [16] telah digunakan untuk mendeteksi gelombang sinar *IR* ('Indoor Localization System for Unmanned Aerial Vehicle', 2018).

Nilai *Output digital sensor* di penelitian ini, untuk peralatan elektronik kipas, AC, Televisi, dalam memperoleh nilai baru alfabet dibutuhkan paling penting dalam penelitian saat ini.

2.4.9 Sensor pengirim sinyal (infra-red (ir) diode)

Komponen elektronik yang menghasilkan gelombang inframerah untuk tujuan komunikasi atau deteksi yang mana, *sensor* pengirim sinyal *IR diode* memiliki struktur yang mirip dengan *diode* semikonduktor pada umumnya. *Diode* ini terbuat dari material semikonduktor seperti *gallium arsenide (GaAs)* atau *gallium aluminum arsenide (GaAlAs)*.

Ketika tegangan diterapkan pada *sensor IR diode* dengan menghubungkan kaki katoda dan *anoda diode*, *diode di-forward biasing* sehingga mengizinkan aliran arus listrik melalui *diode*.

Proses *forward biasing* menyebabkan aliran arus listrik melalui *diode* dan menyebabkan *electron-hole pairs* (pasangan elektron dan lubang) bergerak melalui material *diode*. Proses ini menyebabkan *diode* mengeluarkan radiasi inframerah (gelombang inframerah) pada frekuensi tertentu. Gelombang inframerah ini berada di luar rentang spektrum cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia.

Pola radiasi gelombang inframerah yang dihasilkan oleh *sensor IR diode* tergantung pada karakteristik fisik dan geometris dari *diode* itu sendiri. Pola radiasi ini dapat diarahkan dan dikendalikan sesuai dengan desain dan aplikasi *sensor*.

Dalam penelitian ini *sensor* pengirim sinyal inframerah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk *remote control* untuk mengendalikan perangkat elektronik seperti *TV*,

Kipas Angin dan AC berupa sistem komunikasi data antar perangkat menggunakan teknologi inframerah, misalnya transfer data antara *smartphone* dan dalam *sensor proximity* untuk mendeteksi objek yang berada dalam jarak dekat.

Sinyal inframerah pengirim ke *sensor* Penerima IR adalah komunikasi dua arah, *sensor* pengirim sinyal IR diode sering digunakan bersama dengan *sensor* penerima IR (seperti *sensor IR receiver*). *Sensor* pengirim mengirimkan sinyal inframerah dan *sensor* penerima menerima sinyal tersebut untuk tujuan komunikasi.

Pemancar yang dirancang beroperasi sebagai tegangan-rangkaian atau perangkat yang mengubah siklus kerja gelombang dari satu nilai ke nilai lainnya (*to-duty cycle converter*), menggunakan modulasi lebar pulsa dengan teknik ini umumnya digunakan dalam kontrol motor, peredupan LED, dan konverter daya. yang menyebabkan gelombang dalam keadaan "tinggi" (on) dengan total periode bentuk gelombang. Biasanya dinyatakan sebagai persentase. Misalnya, siklus kerja 50% berarti bentuk gelombang hidup selama setengah periode dan mati untuk separuh periode lainnya atau sebagai penguncian *on/off* dari sinyal pembawa untuk dioda inframerah (ir). Sistem komunikasi infra merah (IR) jarak pendek [8] bisa menggunakan berbagai teknik modulasi (Sotner *et al.*, 2020)

Dengan cara kerjanya yang sederhana dan efektif, *sensor* pengirim sinyal inframerah (IR diode) adalah komponen kritis dalam banyak aplikasi yang melibatkan komunikasi dan deteksi inframerah.

2.4.10 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal (*Electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (Saleh and Haryanti, 2017).

Saklar otomatis dalam penelitian dan keunggulan fungsinya sangat diperlukan pada 9(sembilan) peralatan elektronik atau penggunaannya di luar penelitian ini hampir tidak pernah tidak ada relay ini untuk digunakan.

2.5 Spreadsheet

Secara keseluruhan, *logic*, *API*, dan *AppSheet* merupakan fitur-fitur penting yang meningkatkan kemampuan dan fungsionalitas *spreadsheet*. *Logic* membantu dalam perhitungan dan pengambilan keputusan, *API* memungkinkan integrasi dengan aplikasi lain, dan *AppSheet* memfasilitasi pembuatan aplikasi kustom dari data di dalam *spreadsheet* tanpa kemampuan pemrograman lanjutan. (Handayani, Kusumahati and Badriah, 2017)

Secara umum dan singkat, berikut adalah penjelasan mengenai keberadaan *logic*, *API*, dan *AppSheet* dalam konteks *spreadsheet*:

2.5.1 Logika

Logik di *Spreadsheet*: *Logic* atau logika di *spreadsheet* merujuk pada kemampuan untuk menggunakan fungsi-fungsi matematis, perbandingan, dan kondisional untuk melakukan perhitungan dan pengambilan keputusan berdasarkan data di dalam sel-sel *spreadsheet*. Contohnya, pengguna dapat menggunakan fungsi *IF* untuk membuat pernyataan kondisional, *sum* untuk menjumlahkan data, *Vlookup* untuk pencarian nilai lainnya. *Logic* ini membantu dalam pengolahan data yang lebih kompleks dan efisien (Paine, 2004).

2.5.2 Application programming interface(api)

Application Programming Interface (API) merupakan *protocol* yang terdiri atas kumpulan instruksi yang disimpan dalam bentuk *Library* dan menjelaskan (mengatur) bagaimana agar suatu *Software* dapat berinteraksi dengan *Software* lain. Jadi, dengan adanya *API*, maka terdapat aturan bagaimana cara *Software* dapat berinteraksi dengan *Software* lain untuk mengakses data yang terdapat di dalam *Software* tersebut melalui *Interface* (fungsi, sintaks, *protocol*) yang telah tersedia tanpa perlu mengetahui bagaimana *Software* itu dibuat (Ismayadi, 2021).

API Google Spreadsheet dapat mengintegrasikan perangkat *IoT* dengan *Google Sheets*. Berikut beberapa cara kerja *API. Google Spreadsheet* untuk perangkat *IoT*:

- Membaca data *sensor*: Dalam sebuah proyek *IoT*, *sensor* digunakan mengumpulkan data. Data dari *sensor* dikirim ke *Google Sheets* melalui *API .Google Spreadsheet*. (Saptadi and Solichan, 2016)
- Memantau dan mengendalikan perangkat: *API. Google Spreadsheet* digunakan untuk memantau dan mengendalikan perangkat *IoT*. Sebagai contoh, ketika suhu dalam suatu ruangan mencapai batas tertentu, perangkat *AC* dapat dihidupkan atau dimatikan melalui *Google Sheets* atau mengubah temperature *AC* itu sendiri.
- Melakukan analisis data: Data yang dikumpulkan oleh perangkat *IoT* dianalisis menggunakan *API. Google Spreadsheet*. Dapat menggunakan rumus atau algoritma untuk mengolah data yang terkumpul dan memvisualisasikannya ke dalam bentuk grafik atau tabel di *Google Sheets*.
- *API Google Spreadsheet* memungkinkan pengontrolan perangkat *IoT* dari jarak jauh melalui *internet*, asalkan perangkat *IoT* terhubung ke *internet* dan terhubung ke *Google Sheets* melalui *API*. Jarak jangkauan perangkat *IoT* tergantung pada jangkauan jaringan *internet* yang digunakan, seperti *Wi-Fi* atau seluler.
- Jika perangkat *IoT* terhubung ke jaringan *Wi-Fi* di rumah dan *API. Google Spreadsheet* digunakan untuk mengontrol perangkat tersebut, maka perangkat dapat dikontrol dari jarak yang cukup jauh jika terhubung ke jaringan *internet*. Namun, jika perangkat *IoT* terhubung ke jaringan seluler, jangkauannya dapat lebih luas tergantung pada jangkauan jaringan seluler di lokasi perangkat.

Penting untuk dicatat bahwa *API Google Spreadsheet* digunakan untuk mengirim perintah dari *Google Sheets* ke perangkat *IoT* dan memperbarui data di *Google Sheets* dengan data dari perangkat *IoT*. Namun, respons dan tindakan yang diambil oleh perangkat *IoT* mungkin membutuhkan waktu yang berbeda tergantung pada faktor seperti koneksi *internet*, kecepatan pemrosesan perangkat, dan sebagainya.

2.5.3 Appsheets

Aplikasi *Appsheets* dengan tool pendukung *spreadsheet* (Munandar, Saputra and Maulana, 2022), dan *platform* pengembangan tanpa kode yang memungkinkan siapa saja untuk membuat aplikasi *web* dan seluler tanpa memerlukan pengalaman *coding* (Muhammad and Effendi, 2021).

Langkah-langkah membuat aplikasi *Excel* di *AppSheet* adalah sebagai berikut:

1. Siapkan Data *Excel*

- a). Sebelum membuat aplikasi di *AppSheet*, untuk mempermudah sebaiknya siapkan dulu data *Excel* atau menginput data *Excel* (Muhammad and Effendi, 2021). Data *Excel* ini merupakan sebuah rancangan yang selanjutnya berguna untuk pembuatan aplikasi.
- b). Data *Excel* sangat penting karena memiliki fungsi untuk membaca secara interaktif *data sheet*.

2. Upload ke *Google Sheet*

Setelah menyiapkan data di *Excel*, langkah selanjutnya adalah *upload* data *Excel* tersebut ke *Google Sheet*. Agar bisa masuk ke *Google Sheet (Spreadsheet)*(Mutadi, Pengantar and Drive, no date), maka perlu memiliki akun Google sebagai fasilitas *login* (Pratomo, 2007) atau koneksi ke *APPSheet* menggunakan Extension pada *Spreadsheet*.

- a). Untuk *upload* data *Excel* di *Google Sheet*, selanjutnya klik menu File kemudian *Impor*.
- b). Cari file *Excel* yang sudah disiapkan, kemudian *upload*.
- c). Secara otomatis semua file *Excel* berikut data, format, dan fungsi akan tampil di *Google Sheet*.
- d). Layanan *Google Sheet* ini sudah terintegrasi otomatis dengan aplikasi *spreadsheet* seperti *Office Excel*.

3. Buat Aplikasi di *AppSheet*

- a). Apakah telah terkoneksi dengan *APPsheet*, jika ya lanjutkan selain itu (tidak) ke langkah 2.
- b). Selanjutnya data harus disinkronkan, dimana yang ada di *Google Sheet* ke *AppSheet*.
- c). Ketika, akun *Google* diminta, pastikan memilih akun *Google* pada saat pembuatan data di *Spreadsheet* tadi sebagai inti pembahasan penyinkronan.
- d). Saat masih di tampilan *Google Sheet*, klik menu Ekstensi kemudian *AppSheet* lalu Buat aplikasi(*Create Application*) atau Bagaimana belajar membuat Aplikasi(*Learn how to create App*).

- e). Beberapa menit akan berlalu dan secara otomatis semua data-data di *Google Sheet* (*Spreadsheet*) akan tampil di aplikasi *AppSheet*.

2.6 Algoritma C 4.5

Algoritma *C 4.5* adalah algoritma yang sudah banyak dikenal dan digunakan untuk klasifikasi data yang memiliki atribut-atribut numerik dan kategorial. Hasil dari proses klasifikasi yang berupa aturan-aturan dapat digunakan untuk memprediksi munculnya nilai atribut selanjutnya.

Algoritma *C4 5* yaitu sebuah algoritma yang digunakan untuk membangun *decision tree* (pengambilan keputusan). Algoritma *C 4.5* adalah salah satu algoritma induksi pohon keputusan yaitu *ID3* (*Iterative Dichotomiser 3*). *ID3* dikembangkan oleh J. Ross Quinlan. Dalam prosedur algoritma *ID3*, *input* berupa sampel *training*, label *training* dan atribut. Algoritma *C 4.5* merupakan pengembangan dari *ID3*. Beberapa pengembangan yang dilakukan pada *C 4.5* adalah sebagai antara lain bisa mengatasi *missing value*, bisa mengatasi *continu data*, dan *pruning* (Nasir and Arhami, 2020).

Sistem *monitoring* didalam pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* pada Alat Pemantauan (*Monitoring*) Perangkat Listrik. Sistem dapat diartikan adalah perangkat unsur yang secara sistematis saling berkaitan untuk tujuan tertentu. Sedangkan monitor adalah sebuah alat yang dirancang untuk melakukan pengawasan, pengontrolan, atau memverifikasi operasi suatu sistem (Swapna *et al.*, 2020). Sehingga sistem *monitoring* adalah perangkat yang saling berkaitan sehingga dapat mempunyai kegunaan untuk mengawasi, mengontrol dan memverifikasi operasi suatu sistem yang terbentuk. (Swapna *et al.*, 2020) Dalam Penerapan *Internet of Things (IoT)* pada alat *monitoring* perangkat listrik adalah integrasi *NodeMCU8266* beserta *pzem-004T*.

2.6.1 Rumus algoritma c 4.5

Sebuah obyek yang diklasifikasikan dalam pohon harus dipesan nilai *entropy* nya. *entropy* adalah ukuran dari teori informasi yang dapat mengetahui karakteristik dari *input* dan *homogeneity* dari kumpulan data. Dari nilai *entropy* tersebut kemudian dihitung nilai *information gain (IG)* masing-masing atribut. *entropy (S)* merupakan jumlah *bit* yang diperkirakan dibutuhkan untuk dapat mengekstrak suatu kelas (+ atau -) dari sejumlah data

acak pada ruang sampel S . *entropy* dapat dikatakan sebagai kebutuhan *bit* untuk menyatakan suatu kelas. Semakin kecil nilai *entropy* maka akan semakin *entropy* digunakan dalam mengekstrak suatu kelas. *entropy* digunakan untuk mengukur ketidakefisienan S .

Untuk memilih atribut akar, didasarkan pada *nilai gain* tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Secara umum algoritma *C4.5* untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut: (1) Pilih atribut sebagai *node* akar; (2) Buat cabang untuk tiap-tiap nilai; (3) Bagi kasus dalam cabang; dan (4) Ulangi proses untuk setiap setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama. Untuk menghitung *gain* digunakan rumus seperti yang tertera dalam persamaan perhitungan *gain* berikut.

$$gain(S, A) = entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} * entropy(S_i) \quad (3)$$

Di mana :

S : himpunan kasus

A : atribut

N : jumlah partisi atribut A

$|S_i|$: jumlah kasus pada partisi ke- i

$|S|$: jumlah kasus dalam S

Dan cara mencari *entropy* yang akan digunakan dalam algoritma ini dapat di cari dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat yakni perhitungan nilai entropi dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i \quad (4)$$

Di mana :

S : himpunan kasus

A : fitur

N : jumlah partisi S

p_i : proporsi dari S_i terhadap S

Kedua rumus diatas akan di pakai untuk mencari nilai-nilai yang akan di jadikan sebagai atribut dalam mengambil keputusan. Algoritma *C4.5* dimulai dari proses memilih atribut dengan *gain* tertinggi sebagai akar pohon, kemudian membuat cabang untuk tiap-tiap nilai, lalu membagi kasus dalam cabang, setelah itu mengulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama. Secara umum algoritma *C 4.5*

untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut :

- Pilih atribut sebagai akar.
- Buat cabang untuk tiap-tiap nilai.
- Bagi kasus dalam cabang.
- Ulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

2.6.2 Langkah-langkah rinci algoritma c 4.5

Berikut ini adalah penjelasan lebih rinci mengenai masing-masing langkah dalam pembentukan pohon keputusan dengan menggunakan algoritma *C4.5* untuk menyelesaikan permasalahan.

- Menghitung jumlah kasus, jumlah kasus untuk keputusan *yes*, jumlah kasus untuk keputusan *no*, dan *entropy* dari semua kasus dan kasus yang dibagi berdasarkan atribut *outlook*, *temperature*, *humidity* dan *windy*. Setelah itu lakukan penghitungan *gain* untuk masing- masing atribut. Hasil perhitungan ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3 Representasi node tertinggi

<i>Node</i>	Jumlah Kasus (S)	No (S ₁)	Yes (S ₂)	<i>Entropy</i>	<i>Gain</i>
1 Total	14	4	10	0.863120569	
<i>Outlook</i>					0.258521037
<i>Cloudy</i>	4	0	4	0	
<i>Rainy</i>	5	1	4	0.721928095	
<i>Sunny</i>	5	3	2	0.970950594	
<i>Temperature</i>					0.183850925
<i>Cool</i>	4	0	4	0	
<i>Hot</i>	4	2	2	1	
<i>Mild</i>	6	2	4	0.918295834	
<i>Humidity</i>					0.370506501
<i>High</i>	7	4	3	0.985228136	
<i>Normal</i>	7	0	7	0	
<i>Windy</i>					0.005977711
<i>False</i>	8	2	6	0.811278124	
<i>True</i>	6	4	2	0.918295834	

Baris total kolom *entropy* pada tabel 3 dihitung dengan rumus 5, sebagai berikut:

Sedangkan nilai *gain* pada baris *outlook* dihitung dengan menggunakan rumus 6,

$$entropy(total) = \left(-\frac{4}{14} \times \log_2 \left(\frac{4}{14}\right)\right) + \left(-\frac{10}{14} \times \log_2 \left(\frac{10}{14}\right)\right) \quad (5)$$

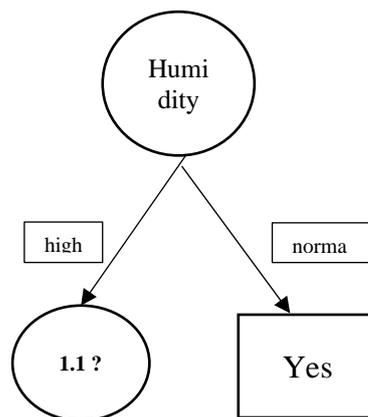
$$entropy(total) = 0.863120569$$

sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & gain(total, outlook) = \\
 & entropy(total) - \sum_{i=1}^n \frac{|Outlook_i|}{|Total|} \times entropy(outlook) \quad (6) \\
 & gain(total, outlook) \\
 & = 0.863120569 \left(\left(\frac{4}{14} \times 0 \right) + \left(\frac{5}{14} \times 0.723 \right) + \left(\frac{5}{14} \times 0.97 \right) \right)
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat $gain(total, outlook) = 0.258521037$

Dari hasil pada tabel 3. dapat diketahui bahwa atribut dengan $gain$ tertinggi adalah $humidity$ yaitu sebesar 0.37. Dengan demikian $humidity$ dapat menjadi $node$ akar. Ada 2 nilai atribut dari $humidity$ yaitu $high$ dan $normal$. Dari kedua nilai atribut tersebut, nilai atribut $normal$ sudah mengklasifikasikan kasus menjadi 1 yaitu keputusan-nya yes , sehingga tidak perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut, tetapi untuk nilai atribut $high$ masih perlu dilakukan perhitungan lagi. Dari hasil tersebut dapat digambarkan pohon keputusan sementara seperti gambar 4.



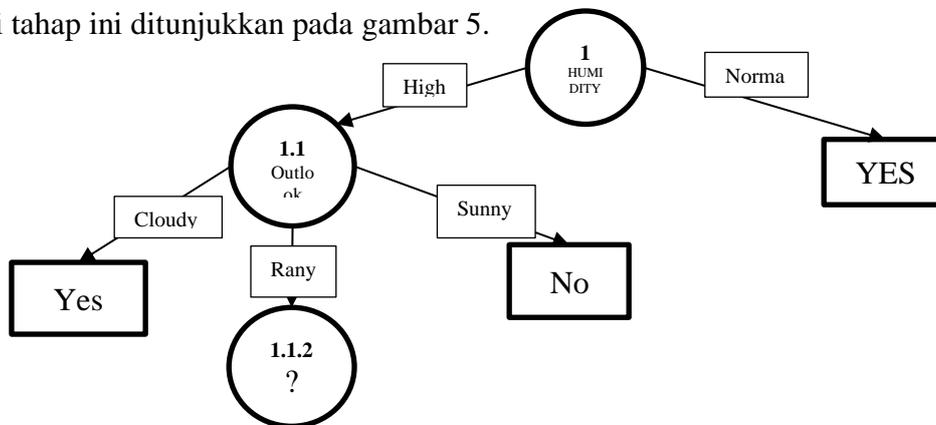
Gambar 4. Pohon Keputusan Hasil Perhitungan *Node* 1.1

- 2) Menghitung jumlah kasus, jumlah kasus untuk keputusan yes , jumlah kasus untuk keputusan no , dan $entropy$ dari semua kasus dan kasus yang dibagi berdasarkan atribut $outlook$, $temperature$ dan $windy$ yang dapat menjadi $node$ akar dari nilai atribut $high$. Setelah itu lakukan penghitungan $gain$ untuk masing-masing atribut. Hasil perhitungan ditunjukkan oleh tabel 4

Tabel 4 Perhitungan node 1.1

Node		Jml Kasus (S)	Tidak (S1)	Ya (S2)	Entropy	Gain
1.1	HUMIDITY HIGH	7	4	3	0.985228136	
	OUTLOOK					0.69951385
	CLOUDY	2	0	2	0	
	RAINY	2	1	1	1	
	SUNNY	3	3	0	0	
	TEMPERATURE					0.020244207
	COOL	0	0	0	0	
	HOT	3	2	1	0.918295834	
	MILD	4	2	2		
	WINDY					0.020244207
	FALSE	4	2	2	1	
	TRUE	3	2	1	0.918295834	

Dari hasil pada tabel 4 dapat diketahui bahwa atribut dengan *gain* tertinggi adalah *outlook* yaitu sebesar 0.67. Dengan demikian *outlook* dapat menjadi *node* cabang dari nilai atribut *high*. Ada 3 nilai atribut dari *outlook* yaitu *cloudy*, *Rainy* dan *sunny*. Dari ketiga nilai atribut tersebut, nilai atribut *cloudy* sudah mengklasifikasikan kasus menjadi 1 yaitu keputusan-nya *yes* dan nilai atribut *sunny* sudah mengklasifikasikan kasus menjadi satu dengan keputusan *no*, sehingga tidak perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut, tetapi untuk nilai atribut *rainy* masih perlu dilakukan perhitungan lagi. Pohon keputusan yang terbentuk sampai tahap ini ditunjukkan pada gambar 5.

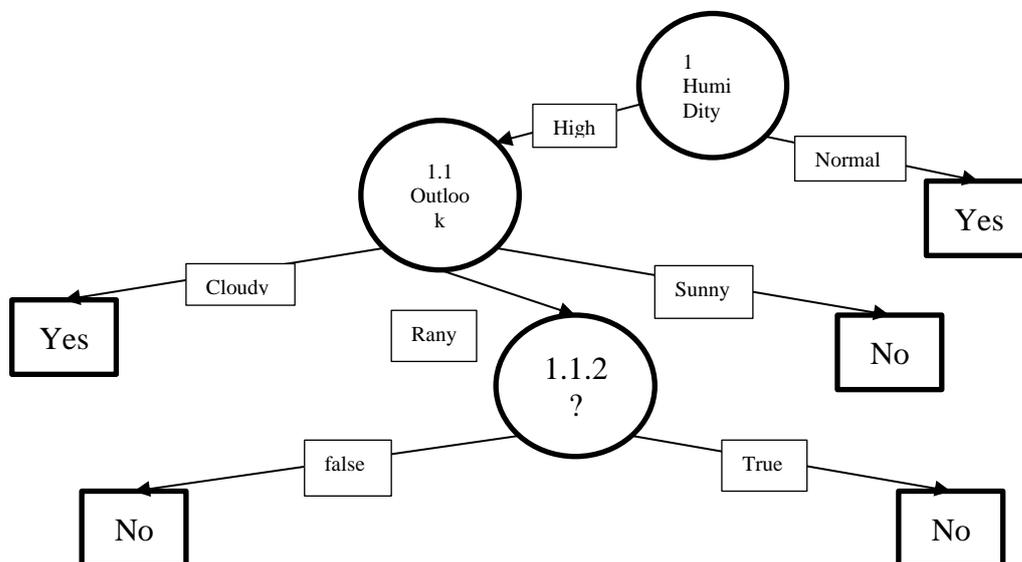
**Gambar 5.** Pohon keputusan hasil perhitungan *node* 1.1.2

- 3) Menghitung jumlah kasus, jumlah kasus untuk keputusan *yes*, jumlah kasus untuk keputusan *no*, dan *entropy* dari semua kasus dan kasus yang dibagi berdasarkan atribut *temperature* dan *windy* yang dapat menjadi *node* cabang dari nilai atribut *rainy*. Setelah itu lakukan penghitungan *gain* untuk masing-masing atribut. Hasil perhitungan ditunjukkan oleh tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan node 1.1.2

Node	Jml Kasus	Tidak (S1)	Ya (S2)	Entropy	Gain
1.1.2 Humidity High Dan Outlook Rainy	2	1	1	1	
Temperature					0
Cool	0	0	0	0	
Hot	0	0	0	0	
Mild	2	1	1	1	
Windy					1
False	1	0	1	0	
True	1	1	0	0	

Dari hasil pada tabel 5. dapat diketahui bahwa atribut dengan *gain* tertinggi adalah *windy* yaitu sebesar 1. Dengan demikian *windy* dapat menjadi *node* cabang dari nilai atribut *rainy*. Ada 2 nilai atribut dari *windy* yaitu *false* dan *true*. Dari kedua nilai atribut tersebut, nilai atribut *false* sudah mengklasifikasikan kasus menjadi satu yaitu keputusan-nya yes dan nilai atribut *true* sudah mengklasifikasikan kasus menjadi satu dengan keputusan no, sehingga tidak perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut untuk nilai atribut ini. Pohon keputusan yang terbentuk sampai tahap ini ditunjukkan pada gambar 6.

**Gambar 6.** Pohon keputusan hasil perhitungan *node* 1.1.2

Dengan memperhatikan pohon keputusan pada gambar 6, diketahui bahwa semua kasus sudah masuk dalam kelas. Dengan demikian, pohon keputusan pada gambar 6 merupakan pohon keputusan terakhir yang terbentuk (Yulia and Azwanti, 2018).

2.7 Penelitian Terkait

Judul “*Monitoring of Industrial Electrical Equipment using IoT*”, yakni Peralatan Listrik industri di jalur produksi, yang ditujukan untuk waktu nyata pemantauan keadaan operasionalnya, memungkinkan mesin manajemen dan deteksi dini penyimpangan dan kegagalan. NS *sistem* mengukur penarikan arus efektif yang dipantau peralatan menggunakan *sensor* yang terhubung ke modul *konsentrator* data, yang menyimpan data yang dikumpulkan oleh ini dan melakukan pemrosesan awal sebelum transmisi ke *Internet* dari hasil *Platform*. Pemrosesan data awal berfokus pada analisis deret waktu nilai arus listrik untuk mendeteksi kondisi operasi mesin yang dipantau. Informasi ini kemudian dikirim melalui *Internet* ke *platform IoT* untuk penyimpanan jangka panjang, pasca-pemrosesan dan visualisasi data secara *real-time* oleh pengguna akhir. Ketika penyimpangan perilaku terdeteksi dalam konsumsi saat ini terkait dengan beberapa jenis potensi kegagalan, *sistem* mengeluarkan peringatan dan mengirimkan informasi tambahan kepada supervisor utama produksi, misalnya untuk melanjutkan dengan intervensi pemeliharaan peralatan tanpa mempengaruhi produksi. Ketersediaan data penuh waktu seri, serta sejarah semua kejadian yang dicatat oleh *sistem* pemantauan, juga memungkinkan korelasi dengan data dari sumber dan interpretasinya dalam konteks selain mesin operasi atau pemeliharaan. *Sistem* pemantauan yang diusulkan menyediakan otomatisasi minimal pada mesin yang lebih tua dan membuka kemungkinan pemantauan independen, paralel dan non-intrusif pada mesin yang sudah memiliki *sistem* pengawasan. Ketentuan Indeks—Pemantauan kondisi, Tanda tangan saat ini analisis, pemantauan mesin listrik, *Internet* hal-hal (Fabricio, Behrens and Bianchini, 2020).

Kerajaan Arab Saudi dikenal dengan iklim ekstrim dimana suhu dapat melebihi 50 C, terutama di musim panas. Meningkatkan produksi pertanian hanya dapat dicapai dengan menggunakan inovasi solusi yang sesuai dengan lingkungan dan teknologi pertanian modern. Menggunakan *Internet of Things (IoT)* teknologi dalam pertanian rumah kaca memungkinkan pengurangan dampak langsung dari kondisi iklim eksternal. Dalam makalah ini, *sistem* cerdas

yang sangat skalabel mengendalikan, dan memantau suhu rumah kaca menggunakan Teknologi *IoT* diperkenalkan. Tujuan pertama dari *sistem* ini adalah untuk memantau lingkungan rumah kaca dan mengontrol suhu internal untuk mengurangi *energi* yang dikonsumsi sambil mempertahankan kondisi baik yang meningkatkan produktivitas. Model Petri Nets (PN) digunakan untuk mencapai kedua pemantauan rumah kaca lingkungan dan menghasilkan suhu referensi yang sesuai yang dikirim kemudian ke pengaturan suhu memblokir. Tujuan kedua adalah untuk menyediakan desain *sistem* yang skalabel Energy-Efficient (EE) yang menangani sejumlah besar data besar *IoT* yang ditangkap dari *sensor* menggunakan model data grafik dinamis untuk digunakan analisis masa depan dan prediksi produksi, tingkat pertumbuhan tanaman, konsumsi *energi* dan isu-isu terkait lainnya. Desain mencoba mengatur berbagai kemungkinan format data mentah yang tidak terstruktur, yang dikumpulkan dari berbagai jenis perangkat *IoT*, mode terpadu dan mandiri teknologi menggunakan manfaat transformasi model dan arsitektur *model-driven* untuk mengubah data dalam bentuk terstruktur (Subahi and Bouazza, 2020).

Smart meter telah muncul selama paling awal dan mulai digunakan di berbagai negara. Ada banyak argumen untuk nilai smart meter. Meteran pintar akan mengumpulkan informasi listrik dikonsumsi oleh setiap perangkat di rumah pintar. Dia akan membantu untuk mengidentifikasi jumlah listrik yang digunakan oleh perangkat di rumah pintar dan menyebarkannya ke *sensor* yang merasakannya dan menghasilkan output yang berharga. Outputnya demikian diperoleh dan diteruskan ke konsumen untuk kesadaran akan penggunaan listrik tertentu dalam perangkat. Dengan menyediakan kesadaran kepada pengguna melalui pengukuran cerdas ini akan membantu masa depan untuk menghemat dan tata krama menggunakan listrik secara efisien. Ketentuan Indeks— Pengukur pintar, Analisis data, *Cloud* komputasi, Pembelajaran mesin, Data Besar, Privasi, *Internet* dari Hal (Mohanapriya *et al.*, 2019).

Pemantauan online adalah cara yang efektif untuk mengamati data faktual. *Internet* hal-hal berbasis online monitoring berguna untuk mengakses data dari jarak jauh. *IoT* adalah jaringan objek fisik yang disematkan dengan elektronik, perangkat lunak dan *sensor* yang memungkinkan untuk mengumpulkan dan bertukar data. *IoT* memungkinkan fleksibilitas dan kebebasan untuk mengakses mesin ditempatkan di akses daerah terpencil untuk menjaga terus menerus melacak perilaku mesin secara *real-time*. Aplikasi dari teknologi dalam teknik

elektro ini bermanfaat untuk mengamati *parameter* yang berbeda yang tidak mudah untuk diakses. Kinerja peralatan listrik dapat dipantau pada basis waktu nyata untuk meningkatkan rentang operasi. Ini dilakukan keluar menggunakan *sistem* pemantauan online. *IoT* digunakan untuk mengamati *parameter* yang berbeda pada skala waktu nyata. Ini membantu untuk mengukur dan merasakan berbagai parameter seperti tegangan, arus, suhu, faktor daya, dan frekuensi apa pun peralatan listrik yang diberikan. Makalah ini mengulas kesesuaian *Sistem* pemantauan online berbasis *IoT* untuk kelistrikan peralatan(Kulkarni *et al.*, 2019).

Masih banyaknya penggunaan lampu, televisi, pendingin ruangan (*AC*) dan barang elektronik lainnya secara berlebihan sehingga mengakibatkan melonjaknya tagihan listrik yang dibebankan oleh pengguna listrik akibat kelalaian dan pemborosan *energi* listrik. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan suatu *sistem* yang tidak hanya untuk memonitoring tetapi juga untuk mengontrol peralatan listrik dari jarak jauh agar konsumsi listrik dapat terkontrol. Teknologi *Wireless Sensor and Actuator Network (WSAN)* dapat memantau kondisi fisik lingkungan yang banyak diterapkan di lingkungan cerdas. *WSAN* ditempatkan pada titik-titik regional tertentu yang akan diamati kondisi fisik lingkungan, setiap *WSAN* dapat menggunakan beberapa *sensor* dan *actuator* yang nantinya akan dikirimkan ke *server* melalui koneksi *wireless*. Pada penelitian ini akan diuji dengan membuat *Smart AC (Air Conditioner)* dimana pada setiap titik yang terdapat *AC* akan dipasang *WSAN*. Data dari beberapa *sensor* yang dihasilkan dari *WSAN* akan dikirimkan ke *server* untuk diamati dan diproses menggunakan *intelligent computing* dan *machine learning (K-Means dan Naïve Bayes)* sehingga *AC* dapat hidup dan mati sesuai dengan kondisi fisik di tempat tersebut. Kami mengevaluasi model kami juga dengan menggunakan *Confusion Matrix* dan mendapatkan skor untuk akurasi 90%, presisi 83%, recall 100% dan tingkat kesalahan 10%, sehingga model kami dapat disebut model yang baik(Kristianto, Santoso and Sari, 2019).

Implementasi *IoT* adalah terus menjadi tugas yang menantang dalam berbagai industri. Konsumsi daya untuk keperluan rumah tangga tetap isu penting di era modern. *NS* konsepsi yang berkembang pesat tentang kebaikan rumah dengan meteran yang baik memiliki ukuran yang cukup besar jumlah manfaat. Proyek kami adalah untuk memantau dan mengontrol penggunaan masing-masing dan peralatan rumah tangga individu secara efektif. Baik pengukuran otomatis untuk fasilitas di rumah yang mengkonsumsi akan sangat efektif

dipekerjakan untuk rumus nilai ambang (*AMTV*). Dengan menggunakan nilai ambang ini dalam *algoritma AMTV*, pengguna akan diberitahu tentang konsumsi listrik. Pengguna dapat melihat konsumsi daya harian. Juga dapat mengontrol masing-masing dan setiap peralatan listrik rumah kami dari daerah terpencil. Jadi pengguna bisa batasi penggunaan peralatannya untuk menghindari jumlah tagihan EB-nya tanpa mencapai lempengan berikutnya dalam tabel tarif. Kata kunci—*AMTV, IoT, Smarthome, Ambang Batas nilai, alat listrik*(Premkumar *et al.*, 2019).

Di era kemajuan teknologi ini, informasi dalam jumlah yang sangat besar menjadi fenomena tak terelakkan yang membuka jalan bagi pengambilalihan *internet of things (IoT) smart grid* berbasis dari *sistem grid* yang tersedia saat ini. Dalam *smart grid*, manajemen sisi permintaan berperan peran penting dalam mengurangi kapasitas pembangkitan dengan mengalihkan konsumsi pengguna *energi* dari periode puncak ke periode di luar puncak, yang membutuhkan pengetahuan mendetail tentang konsumsi pengguna di masing-masing alat tingkat. Pemantauan beban non-intrusif (NILM) memberikan solusi yang sangat murah untuk penentuan tingkat alat individu menggunakan pengukuran titik tunggal. Makalah ini mengusulkan *real-time* berbasis *IoT sistem klasifikasi* beban non-intrusif (RT-NILC) dengan mempertimbangkan variabilitas tegangan suplai menggunakan rendah data frekuensi. Karena tidak tersedianya smart meter di tingkat rumah tangga di Bangladesh, data- *sistem* akuisisi (DAS) dikembangkan. *DAS* mampu mengukur dan menyimpan tegangan rms, rms data arus, daya aktif, dan faktor daya pada kecepatan sampling 1 Hz. Data ini diproses untuk dilatih model *klasifikasi* multilabel yang berbeda. Model *klasifikasi* dengan kinerja terbaik telah dipilih dan digunakan untuk implementasi *RT-NILC* melalui *IoT*. *Database online real-time Firebase* dipertimbangkan untuk penyimpanan data untuk mengalirkan data secara dua arah antara pengguna akhir dan penyedia layanan (*distributor energi*). Itu Modul *GPRS* digunakan untuk transmisi data nirkabel karena jaringan *wi-fi* mungkin tidak tersedia di mana-mana. *Aplikasi Windows* dan web dikembangkan untuk visualisasi data. Sistem yang diusulkan telah divalidasi secara *real-time*, menggunakan *voltase* rms, arus rms, dan pengukuran daya aktif di rumah sungguhan. Bahkan di bawah variabilitas tegangan suplai, evaluasi kinerja *sistem RT-NILC* telah menunjukkan rata-rata akurasi *klasifikasi* lebih dari 94%. Akurasi *klasifikasi* yang baik dan operasi keseluruhan dari *Sistem* pertukaran informasi berbasis *IoT* memastikan

penerapan *sistem* yang diusulkan untuk *energi* yang efisien pengelolaan (Ahammed *et al.*, 2021).

2.7.1 State of the art

Berikut beberapa penelitian tentang kemuhktahiran data mengenai kajian pada smarthome sebagai salah satu jenis aplikasi *Internet Of Thing*(IoT) pada jangkauan diberbagai bidang untuk perilaku pengguna peralatan elektronik saat ini telah dilakukan dan akan diusulkan dapat dilihat pada tabel 6 sebagai *state of the art*.

Tabel 6 State of the art

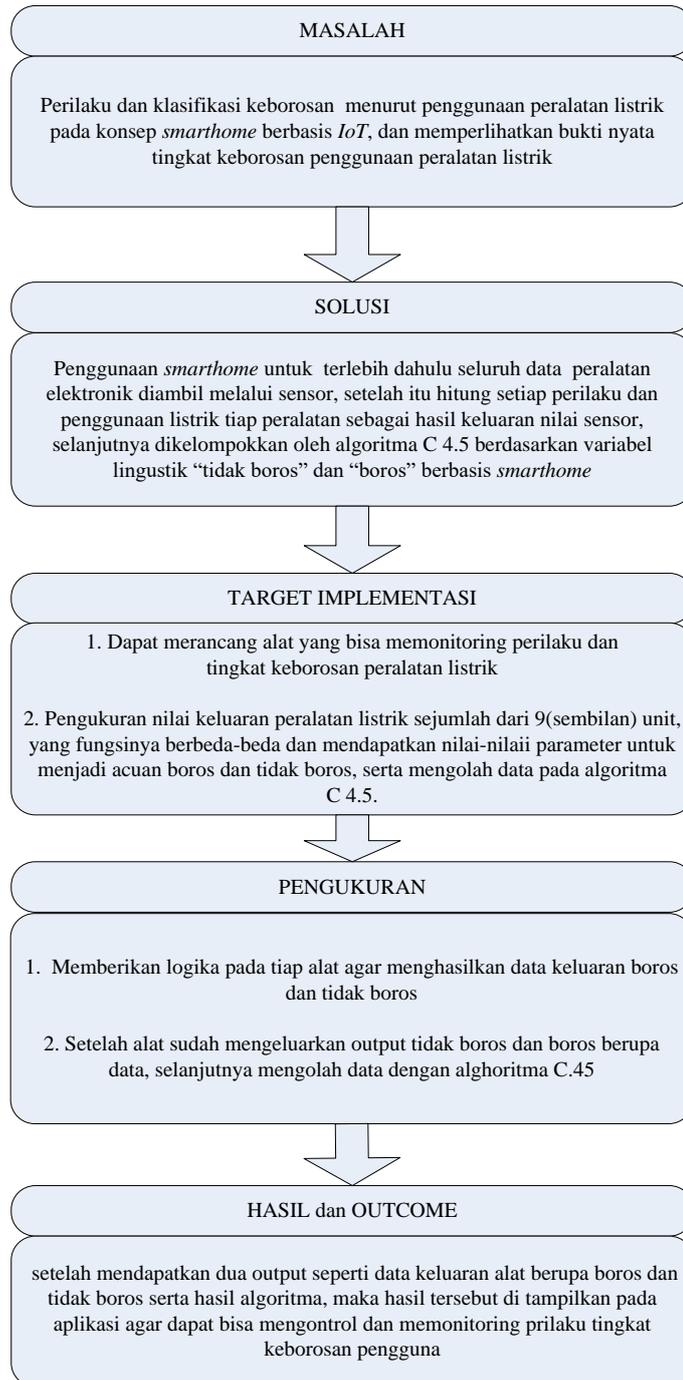
Judul	Metode, Algoritma	Paramete, Perhitungan	Nama Penulis	Penerbit	Hasil
<i>Monitoring of Industrial Electrical Equipment using IoT</i>	Artificial Neural Network, Fuzzy Logic	Tanda/ <i>Sign</i> arus listrik	M. Fabrício, F. Behrens, and D. Bianchini	IEEE Latin America Transactions , Vol. 18, No. 8, August 2020	Ketika penyimpangan perilaku terdeteksi dalam konsumsi saat ini terkait dengan beberapa jenis potensi kegagalan, <i>sistem</i> mengeluarkan peringatan dan mengirimkan informasi tambahan ke supervisor lini produksi, misalnya untuk melanjutkan intervensi pemeliharaan peralatan tanpa berdampak pada produksi..
<i>An Intelligent IoT-Based System Design for Controlling and Monitoring Greenhouse Temperature</i>	Fuzzy Logic dan Neural Network, MIMO method.	<i>Temperature, humidity, CO₂ level and light intensity.</i>	Ahmad F. Subahi ¹ And Kheir Eddine Bouazza ^{1,2}	IEEE Access VOLUME 8, 2020	<i>sistem</i> Condition Monitoring (CM), seperti atau yang dikembangkan, memberikan dasar untuk aplikasi manajemen operasi dan pemeliharaan peralatan industri, berguna bahkan di area aplikasi lainnya. Melalui pemantauan profil konsumsi saat ini, dimungkinkan, misalnya, untuk mengekstrak informasi dari kesehatan operasional mesin yang dipantau, menentukan status operasinya dan juga mendukungnya secara tidak langsung atau dalam proses produksi.(Fabrício, Behrens and Bianchini, 2020)
			1Department of Computer Science, University College of Al Jamoum, Umm Al Qura University,		untuk memantau lingkungan rumah kaca dan mengontrol suhu internal untuk mengurangi <i>energi</i> yang dikonsumsi sambil mempertahankan kondisi baik yang meningkatkan produktivitas.(Subahi and Bouazza, 2020)

			Makkah 21421, Saudi Arabia 2Laboratoire d'Informatique et des Technologies de l'Information d'Oran (LITIO), University of Oran, Oran 31000, Algeria Corresponding author: Ahmad F. Subahi July20, 2020		
<i>Iot Based Automation Of Electricity Consumption In Smarthomes</i>	Machine Learning, Big Data	Electric Current	Mrs.D.Mohana Priya, Ms.R.Reshma, Ms.D.Priyadhar shini, Ms.Swathi Vinod. Department of Computer Science and Engineering, 2019	@ IEEE 978-1-7281- 1524-8	Smart meter akan mendorong produksi, menggunakan arus dan listrik yang dikonsumsi oleh perangkat dan dengan demikian meningkatkan perubahan di dunia modern ini secara real time.(Mohanapriya <i>et al.</i> , 2019)
<i>REVIEW on Online Monitoring of Electrical Machine Using IoT</i>	Applicatio n of this technology in electrical engineerin g	Transformer [Parameter(<i>T</i> <i>emperature</i> ,pressure,dielectric strength,losses,fault detection)] ; Motor [Parameter(<i>S</i> haft position, wear tear, <i>temperature</i> , copper losses,fault detection)]	Pranav P. Kulkarni ¹ , Mohit Patil ² , Sharun Shibi ³ , Mohit Patle ⁴ , Rashmi Kale ⁵ Department of Electrical Engineering, 2019	978-1-5386- 9166- 3/19/\$31.00 ©2019 IEEE	Hasilnya, Membantu industri untuk menentukan dan menganalisis perilaku mesin listrik dan mengidentifikasi kesalahan atau perubahan mendadak dalam perilaku mesin listrik. <i>Sistem</i> ini dapat diterapkan pada mesin listrik apa pun di sektor apa pun. (Kulkarni <i>et al.</i> , 2019)
<i>Integration of K-Means Clustering and Naïve- Bayes Classification Algorithms for Smart AC Monitoring and Control in WSN</i>	<i>Algoritma</i> K-means, , Metode Naïve- Bayes, Confusion Matrix	Temperatur, Kelembapan	Ryan P. Kristianto ¹ , Banu Santoso ^{2*} , Martti Widya Sari ³ 2019	978-1-72 81-511 8-2 /19/\$ 31 .00 ©20 19 IEEE uthorized licensed use limited to: Unive rsity of M	<i>Sensor WSN</i> pada waktu tertentu menghasilkan record dataset dengan data <i>Sensor</i> Kelembaban senilai 34 dan <i>Sensor</i> Suhu senilai 44, dari data record baru akan ditentukan label atau status atribut kelas target, apakah On, Dim-Off, Off atau Dim-On menggunakan model pembelajaran dari apa yang telah dihasilkan oleh <i>algoritma K- Means</i> (Gambar 5), sehingga peneliti atau pengguna tidak perlu

				elbourne.	mengelompokkan record data baru terlebih dahulu yang dihasilkan oleh <i>sensor WSAN</i> .(Kristianto, Santoso and Sari, 2019)
<i>Prototype Design for Energy Consumption In Smart Home using IoT</i>	Metode <i>IOT</i> , Automatic Measuring Threshold Value (<i>AMTV</i>) Algorithm	Arus listrik	K.Premkumar., M.Tech, K.Gokila Devi, B.Jamuna, G.Priyadharshini Dept of Information Technology, Manakula Vinayagar Institute of Technology, 2019	@IEEE 978-1-7281-1524-5	perhitungan <i>AMTV</i> akan mencapai ini, hasilnya adalah pemanfaatan daya berkurang dan, karenanya lebih sedikit biaya daya.(Premkumar <i>et al.</i> , 2019)
<i>IoT based light intensity and temperature monitoring system for plants</i>	SYSTEM MODEL (<i>System Architecture, Irrigation system, Solar tracking system</i>)	Traditional System [Fixed Cost (<i>Diesel engine price, Pump price, Engine oil, Installation cost</i>)] ; [Variable Cost (<i>Maintenance cost (daily basis), Fuel cost per hour</i>)] . Smart Irrigation System ; [Fixed Cost (<i>Smart irrigation system kit, Submersible Single Phase AC Pump Price, Solar panel (300W), Installation Cost, Battery</i>)] ; [Variable Cost (<i>Fuel Cost & Maintenance cost</i>)] .	Chandidas Karmokar, Jakaria Hasan, Shaikhul Arefin Khan, Md. Ibrahim Ibne Alam <i>Department of Electrical and Electronic Engineering Stamford University Bangladesh</i> Dhaka, Bangladesh 2018	978-1-5386-8524-2/18/\$31.00 ©2018 IEEE	Pengujian untuk perhitungan dapat dilihat bahwa <i>sistem</i> pintar irigasi jauh lebih hemat biaya daripada tradisional <i>sistem</i> irigasi. (Swapna <i>et al.</i> , 2020)

<i>Neural approach for bearing fault detection in three phase induction motors</i>	Artificial Neural Network, Levenberg-Maquardt	weights and bias	W. S. Gongora, H. V. D. Silva, A. Goedtel, W. F. Godoy, S. A. O. da Silva.	978-1-4799-0025-1/13/\$31.00 ©2013 IEEE	Alat Alternatif , Di Jaringan 2, yang menggunakan Levenberg-Maquardt <i>algoritma</i> , itu mencapai akurasi 100% untuk data validasi. Jika dibandingkan dengan Jaringan 1 juga mengamati pengurangan waktu pelatihan dan kuadrat rata-rata kesalahan Pencapaian dengan uji dua topologi yang berbeda dapat mengklasifikasikan keberadaan bantalan kegagalan, dengan menganalisis hanya arus stator dari Tiga- Motor Induksi Fasa dalam domain waktu.(Gongora <i>et al.</i> , 2013)
	algorithm	Federal University of Technology - Paraná/Brazil (UTFPR) 2013			

2.7.2 Kerangka pemikiran



Gambar 7. Kerangka pikir