

BAB II DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Van Safril dan Tri Rijianto melakukan penelitian pada tahun 2019 berjudul “Perancangan Sistem Monitoring Kelistrikan di Kamar Kost Berbasis Internet of Things (IoT)” pada Sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101b memakai server thingspeak.com dengan rata-rata nilai error 0,02% untuk pengujian sensor tegangan, 0,01% untuk sensor arus, dan 0,22% untuk daya. Sehingga untuk hasil *hardware* masih termasuk klasifikasi baik, karena perbedaan pengukuran yang kecil antara alat ini dengan multimeter, alat ini masih cocok untuk digunakan dalam penelitian ini [1].

Pemantauan “Sistem Monitoring Untuk Catu Daya berbasis Aplikasi Mobile”, sebuah studi tahun 2017 oleh Edi Rakhman dan Farhan Yanasta Perdana1, menggunakan mikrokontroler *Input* analog dari Arduino Uno dapat menerima sensor tegangan dan sensor arus dari ESP8266, *microcontroller* dari ESP8266 mengambil data Arduino Uno dan mengirimkannya beserta hasilnya ke server MQTT. Pada halaman pemantauan Android, hasil yang didapat melihat nilai voltase, arus, dan daya dari catu daya yang dipantau. Nilai *voltase* yang ditampilkan pada halaman pemantauan juga berubah sesuai dengan nilai sebenarnya setiap kali voltase keluaran catu daya berubah. Sementara itu, jika tegangan keluaran turun di bawah 24 *volt*, alarm di halaman pemantauan akan berbunyi [4].

Penelitian dari Totok Budioko pada tahun 2016 dengan judul “Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol MQTT” membahas tentang sebuah protokol MQTT untuk monitoring suhu jarak jauh menggunakan sistem sensor suhu LM35, Arduino UNO dan modul wifi Esp8266 ver 01 dengan mendapatkan hasil dapat terkoneksi ke server MQTT secara global maupun lokal yang dapat menampilkan pengiriman data secara *publish* serta menerima data *subscribe* dengan rata-rata kesalahan suhu tertampil terhadap suhu hasil perhitungan sebesar 1.04 0C[5].

Penelitian dari Arief Goeritno, Febby Hendryan pada tahun 2022 dengan judul “Monitoring dan Kendali Tegangan Jaringan Listrik Fase - tiga melalui *Smartphone*” membahas tentang pemantauan pengendalian tenaga tegangan listrik dengan fase – tiga menggunakan Arduino uno, *Ethernet Shield* tipe W500, mikrotik *Router Broad*, *relay* dan *Android* dengan mendapatkan hasil pemrograman yang dihasilkan pada tiga – fase berupa ase-R dan fase-S masih berpijar, sedangkan lampu pijar pada fase-T juga telah berpijar [6].

Kemudian pada tahun 2018, penelitian dari Asep Muhamad Alipudin melakukan penelitian dengan tema “Perancangan Alat Monitoring Biaya Listrik Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Untuk pengembangan alat yang mampu menampilkan harga konsumsi listrik dan memantau pemanfaatan listrik secara *real-time* Pada saat catu daya listrik PLN mengalirkan tegangan ke catu daya untuk menghidupkan mikrokontroler ATmega2560, Modul Wi-Fi Esp8266, Sensor PZEM-004T, dan LCD Display, alat ini memantau biaya listrik yang digunakan. Modul Wi-Fi Esp8266 berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan jaringan internet untuk menghubungkan *smartphone* ke internet dan melacak jumlah pemakaian listrik. Ketika konsumsi listrik mencapai harga tertentu dalam rupiah, alat pelacak biaya listrik ini dapat digunakan sebagai indikator [7]

Tabel 2.1 menampilkan data dari penelitian sebelumnya dibandingkan dengan penelitian yang sedang dilakukan:

Tabel 2. 1 Review Jurnal

Penelitian Oleh	Parameter Penelitian					
	Sensor power	Mikrokontroler	Konektifitas	Protokol	Platform	Parameter Qos
Van Safril dan Tri Rijianto	Sensor Arus ACS712	Arduino Uno	WiFi	-	Thingspeak	-
Farhan Yanasta Perdana1, Edi Rakhman	ESP8266	Arduino Uno	Wireless	MQTT	-	-
Totok Budioko	LM355 sensor suhu	Arduino Uno		MQTT	-	
Arief Goeritno, Febby Hendryan	Ethernet Shield tipe W500	Arduino Uno	Router, relay	HTTP	-	-
Asep, Muhammad Alipudin dkk	ATMega2560	Esp8266,	Wifi	-	-	-
Alya Mahardika Kusumaningrum	Ethernet Shileld	Arduino mega	Ethernet	MQTT	Antares	-

2.2 DASAR TEORI

Penelitian ini akan membahas teori yang mendasari teori energi listrik, mikrokontroler, sensor daya, MQTT, jaringan *ethernet*, dan *platform Antares*.

2.2.1 Deskripsi Energi Listrik

Alternating Current (AC) adalah tegangan energi listrik yang berarus bolak-balik dan dihasilkan oleh generator AC, misalnya Generator yang menghasilkan listrik dengan menggunakan arus bolak-balik antara lain adalah pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga uap, dan lain-lain. Tegangan ini yang menjadi sumber arus listrik di PLN yang merupakan fungsi waktu, Tegangan dan polaritas arus listrik AC selalu bergeser dari positif ke negatif atau sebaliknya. Ini menghasilkan gelombang sinus.

Dalam pengertian berbagai besaran energi listrik sering digunakan, seperti daya listrik, arus listrik, dan tegangan listrik. *Volt* digunakan untuk menyatakan perbedaan energi potensial antara dua titik (V). Cara lain untuk memikirkan voltase adalah dalam satuan *joule per coulomb* namun tegangan juga dapat diartikan Berikut rumus perkalian hambatan listrik dengan arus listrik [8]

$$V = I \times R$$

Dimana:

V = Tegangan Listrik (*Volt*)

I = Kuat Arus (*Ampere*)

R = Hambatan (Ω atau *ohm*)

Tegangan listrik ke hambatan adalah salah satu cara untuk menyatakan hambatan listrik dengan arus listrik sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I}$$

Dimana:

V = Tegangan dalam satuan *volt* (*Volt*)

I = Arus dalam satuan *Ampere* (*Ampere*)

R = Hambatan/ Resistansi dalam satuan *ohm* (Ω atau *ohm*)

Listrik yang besarnya (magnitudo, arah, dan polaritas) berubah secara bergantian dari waktu ke waktu dikenal sebagai Arus bolak-balik, juga dikenal sebagai arus pertukaran, adalah kekuatan. energi AC memiliki parameter tegangan, arus, daya, energi, dan frekuensi sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut [9]

$$I = \frac{V}{R}$$

Dimana:

V = Tegangan Listrik (*Volt*)

I = Kuat Arus (*Ampere*)

R = Hambatan (Ω atau *ohm*)

Jumlah energi listrik yang digunakan dalam setiap detik, atau jumlah usaha yang diperlukan untuk memindahkan beban setiap detik, disebut sebagai tenaga listrik. Karena daya listrik direfleksikan oleh huruf P dalam persamaan listrik, seperti halnya daya mekanik, dapat ditulis sebagai berikut [10].

$$P = V \times I$$

Dimana:

P = Daya (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Daya adalah segala bentuk energi yang digunakan dalam sistem tenaga, termasuk panas, suara, gerak, dan cahaya. Tiga jenis daya listrik yang berbeda dihasilkan oleh arus bolak-balik: daya semu, daya aktif, dan daya reaktif.

Daya Aktif Daya aktif (*Active Power*) adalah gaya yang menggerakkan energi aktual. Ukuran daya aktif adalah watt. pemanasan dan pencahayaan, mekanika, dan lain-lain adalah contohnya. Konsumen umumnya memanfaatkan kekuatan ini dan mengubahnya menjadi pekerjaan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Dimana:

P = Daya (*Watt*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

Cos φ = Faktor Daya

Daya Reaktif dapat dilihat pada daya yang dibutuhkan untuk menimbulkan medan magnet atau daya yang dihasilkan oleh beban induktif. Beban kapasitif menghasilkan daya reaktif, sedangkan beban induktif menyerap daya reaktif. Secara matematis dapat sebagai berikut:

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Dimana:

Q = Daya Reaktif (*VAR*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

Cos φ = Besaran Faktor Daya

Daya semu jumlah arus listrik yang mengalir melalui konduktor. Tegangan dan arus juga dikalikan saat mereka berjalan melalui konduktor, menghasilkan daya semu itu sendiri.

$$S = V \cdot I$$

Dimana:

S = Daya Semu (*VA*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

Faktor Daya atau *Power Factor* ($\cos \phi$) merupakan perbandingan rasio daya nyata terhadap daya aktif dalam Watt (VA). Persamaan dapat digunakan untuk mewakili perbedaan sudut fasa antara V dan I, yang biasanya dinyatakan sebagai \cos [11]

$$\begin{aligned}\text{Faktor Daya} &= \text{Daya Aktif (P)} / \text{Daya Nyata (S)} \\ &= \text{kW/kVA} \\ &= \text{V.I Cos } \phi / \text{V.I} \\ &= \text{Cos } \phi\end{aligned}$$

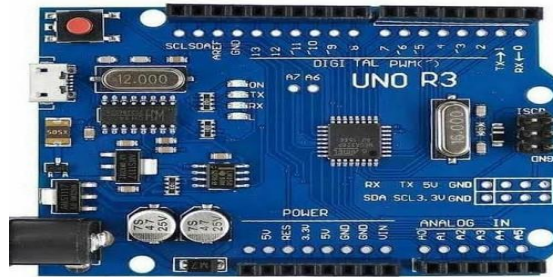
2.2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer chip tunggal dengan mikroprosesor, memori, saluran I/O, dan komponen pelengkap lainnya. Jika dibandingkan dengan komputer pribadi, mikrokontroler memproses data dengan kecepatan yang lebih lambat. Kecepatan operasi mikrokontroler saat ini biasanya berkisar antara 1 hingga 16 MHz, sedangkan kecepatan mikroprosesor PC telah mencapai urutan GHz. Demikian pula dibandingkan mikrokontroler yang hanya berkapasitas *byte*/Kbytes, RAM dan ROM PC bisa mencapai Gbytes.[12]

Mikrokontroler adalah sebuah system microprocessor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, *Clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamati) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai.

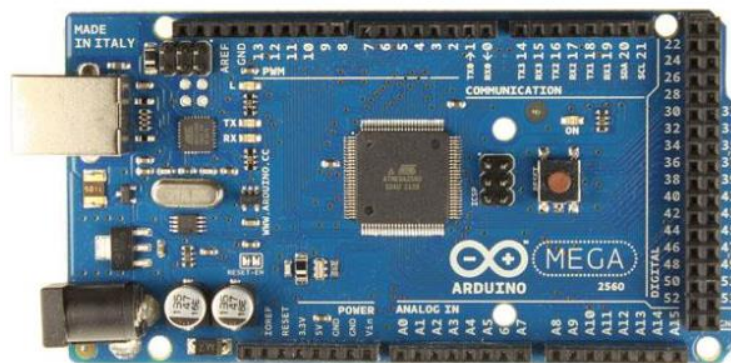
2.2.3 Arduino Uno

Mikrokontroler ATmega328 ditempatkan di papan Arduino yang dikenal sebagai Arduino Uno. Arduino Uno sendiri memiliki enam input analog, 14 *pin digital*, *osilator kristal* Tombol *reset*, konektor *power*, *header ICSP*, 14 *pin digital* yang dapat digunakan sebagai *output* PWM, dan 16 MHz. Arduino menerima



Gambar 2. 1 Arduino Uno R3

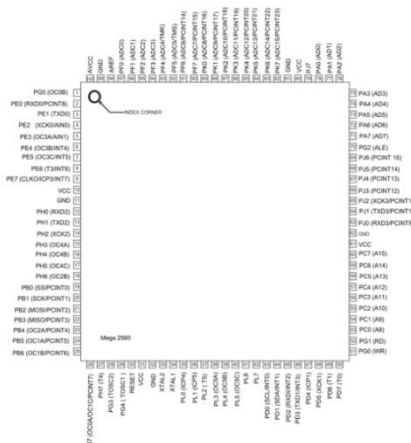
tegangan dari sumber daya eksternal melalui koneksi USB, juga disebut sebagai *Universal Serial Bus*. Arduino Uno akan secara otomatis memilih salah satu dari dua sumber daya yang akan digunakan jika keduanya terhubung secara bersamaan. Selain itu, ini akan membantu menulis program, mengubahnya menjadi kode *biner*, dan memuatnya ke dalam memori mikrokontroler, yaitu *Linux*, *Mac OS X*, dan *Windows* semuanya didukung oleh perangkat lunak ini [13].



Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah 8bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

ATmega 8-bit dari Atmel Corporation adalah komponen utama dari papan Arduino. ATmega328 digunakan di Arduino Uno, misalnya, sedangkan ATmega2560 digunakan di Arduino Mega2560 yang lebih canggih. Berbagai papan Arduino memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Mikrokontroler ATmega2560 adalah nama alternatif untuk Arduino Mega 2560. ATmega2560 memiliki tombol *reset*, empat UART—juga dikenal sebagai port serial fisik: header ICSP, catu daya jack, koneksi USB, osilator kristal 16 MHz. Ini juga memiliki 54 *pin input*, juga disebut sebagai pin input dan output, 14 di antaranya dapat digunakan sebagai *output*, atau digital *out PWM* selain memiliki semua yang dibutuhkan mikrokontroler, sehingga dapat digunakan. Cukup gunakan kabel USB untuk menyambungkannya ke komputer Ada, atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai. Sebagian besar penutup yang dilengkapi mikrokontroler yang dirancang untuk Arduino *Duemilanove* atau *Diecimila* kompatibel dengan Mega [14].



Gambar 3. Konfigurasi pin Arduino Mega2560

Gambar 2. 3 Konfigurasi pin Arduino Mega2560

Tegangan referensi ADC eksternal dapat diakses melalui *input pin* AREF. Konfigurasi pin Arduino Mega2560 terdiri dari *pin* GND dan pin VCC yang berfungsi sebagai sumber tegangan *input*. merupakan Ground, dan pin XTAL1/XTAL2 yang dapat digunakan sebagai *pin clock eksternal*. Dengan *resistor pull up internal* dan enam bit. PF0 atau port F: Port K atau PK0 dan PF7: *Pin* input ADC PK7 adalah *pin I/O*. Pin input tegangan ADC adalah AVCC [14].

2.2.4 Sensor PZEM-004T

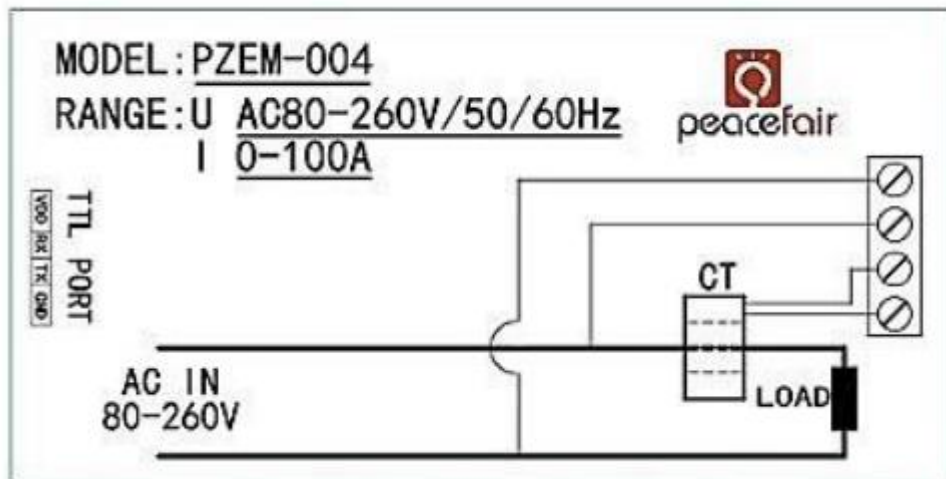
Sepotong perangkat keras yang disebut sensor PZEM-004T dapat mengukur tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya (wh). Sensor Arus adalah perangkat, komponen, atau perangkat yang menghasilkan sinyal sebanding dengan nilai arus ketika mendeteksi arus listrik dalam kabel. Sinyal *output* dapat berupa tegangan data digital atau tegangan analog. Sinyal ini dapat digunakan untuk mengukur jumlah arus yang dapat disimpan di *server* atau perangkat penyimpanan lain untuk dianalisis atau dikontrol.

Berbagai sensor arus dengan sistem efek hall termasuk Sensor Arus ACS712. Hal ini menunjukkan bahwa besar arus Trafo arus adalah sensor yang digunakan untuk mengukur arus tegangan AC, dan hal ini berdampak pada besaran efek hall sensor. Jika dibandingkan dengan sensor ACS712, sensor PZEM-004T lebih mudah digunakan.



Gambar 2. 4 Sensor PZEM-004T

Detail untuk PZEM-004T Selain itu, modul komunikasi AC yang berbeda ini memenuhi semua prasyarat untuk pengukuran PZEM-004T. Secara fisik, papan PZEM-004T berukuran 3,1 x 7,4 cm. Kumparan transformator arus dengan diameter yang terletak di dalam modul PZEM-004T dengan 33 milimeter. Pengkabelan modul ini terdiri dari pengkabelan untuk komunikasi serial serta pengkabelan untuk terminal input tegangan dan arus.



Gambar 2. 5 wiring diagram PZEM-004T

Format tampilan pada *power* dari PZEM-004T yaitu memiliki rentang pengukuran 0-22kW dimana 0 - 10kW, dengan format tampilan 0.000 hingga 9.999 dan Dalam 10 - 22kW format tampilan 10.00 hingga 22.00. daya rentang pengukuran berkisar 0-999kWh, dimana 0 - 10kWh dalam format tampilan Selanjutnya 0,000 hingga 9,999, 10 - 100kWh dalam format tampilan 10,00 hingga 99,99, 100 - 1000kWh dalam format tampilan 100,0 hingga 999,9 dan 1000 - 9999kWh dan di atas format tampilan dari 1000 hingga 9999. Pada Tegangan memiliki rentang tes 80 – 260VAC, dimana Format tampilan 110.0 V - 220.0 V. Dan yang terakhir pada format tampilan yaitu Arus, untuk rentang pengukuran arus 0-110A, dimana Format tampilan 00.00 hingga 99.99 [15]

Port serial dapat digunakan untuk membaca dan mengonfigurasi antarmuka komunikasi data serial TTL dalam pemasangan kabel komunikasi serial. Namun, jika *user* ingin menggunakan komputer atau perangkat lain yang berkomunikasi melalui USB atau RS232, *user* memerlukan papan perangkat keras yang berbeda untuk adaptor TTL (komunikasi USB memerlukan pelat adaptor TTL ke USB).

Untuk menjamin bahwa PZEM-004T memenuhi persyaratan sebagai berikut: 80 hingga 260 VAC; voltase untuk diuji: Daya maksimum: 80-260 VAC 100A pada 22.000W, frekuensi operasi: 45 hingga 65 Hz, presisi pengukuran: 1,0, [16].

2.2.5 Ethernet

Ethernet adalah standar untuk jaringan di mana setiap node mencoba mengirim data ketika menemukan bahwa jaringan dapat menerima komunikasi. Pada jaringan (*node*), tidak ada komputer atau perangkat pusat yang harus mengontrol kapan data dapat dikirim. Jika dua komputer di jaringan *Ethernet* mencoba mengirim data secara bersamaan, tabrakan akan terjadi, sehingga memerlukan upaya kedua.

Jaringan komputer lokal yang menggunakan sensor pembawa dan teknik deteksi tabrakan. Pada tahun 1976, *Palo Alto Research Center (PARC)* Xerox menghasilkan *Ethernet* awal. Sejak itu telah melewati empat generasi: Ada empat jenis *Ethernet*: *Fast Ethernet* (100 Mbps), *Gigabit Ethernet* (1 Gbps), dan sepuluh-*Gigabit Ethernet* (10 Gbps) [17]

2.2.6 Ethernet Shield

Papan Arduino sekarang dapat terhubung ke jaringan komputer berkat *Ethernet Shield*. *Chip Ethernet Wiznet W5100* adalah dasar dari *Ethernet Shield*. Memprogram papan Arduino untuk terhubung ke jaringan menggunakan *Arduino Ethernet Shield* membutuhkan perpustakaan *Ethernet*. Dokumen yang tersedia melalui jaringan dapat disimpan di slot *microSD Ethernet Shield* untuk mengakses pembaca kartu *microSD onboard*, perpustakaan SD digunakan. Bus *SPI (Serial Peripheral Interface)* digunakan oleh *board* Arduino untuk berkomunikasi dengan *W5100* dan kartu SD. Pustaka *SPI.h* dan *Ethernet.h* bertugas mengelola komunikasi ini. Pin digital 11, 12, dan 13 pada *Arduino Uno* digunakan untuk mengimplementasikan bus *SPI*.



Gambar 2. 6 Ethernet Shield

W5100 dipilih menggunakan pin digital 10, dan kartu SD dipilih menggunakan *pin digital* 4. Saat menggunakan pelindung *ethernet*, *pin* tersebut tidak dapat digunakan untuk *input* dan *output* biasa. *Port* SPI pada board ini memungkinkan untuk berkomunikasi dengan Arduino dan pada akhirnya mendukung hingga empat koneksi sekaligus. Board ini menggunakan *chip* Wiznet W5100, yang memiliki *buffer* internal Untuk spesifikasi *Ethernet Shield* itu sendiri, diperlukan kecepatan koneksi *Fast Ethernet* 16 Kb dan 10/100m [18]

2.2.1 Platform Antares



Gambar 2. 7 Platform Antares

Telkom Indonesia (Persero) Tbk berkreasi menciptakan *platform Internet of Things* (IoT) Indonesia. *Platform Antares Internet of Things* dan konektivitas *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) juga digunakan untuk mencapai hal ini. Antares dan Telkom LoRaWAN adalah dua teknologi yang saling terkait. Antares dapat mendukung protokol global dan standar teknis berkat sertifikasi dari OneM2M, memastikan interoperabilitas dan konektivitas yang mulus untuk setiap perangkat IoT. *Platform IoT Antares* dan Telkom LoRaWAN dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk utilitas pintar, PJU pintar, pelacakan aset, pemantauan lingkungan, dan unggas pintar masih banyak lagi [19]

2.1 MQTT

Protokol perpesanan yang dikenal sebagai *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) cepat dan mudah digunakan. Arsitektur protokol *publish/subscribe* MQTT dimaksudkan agar terbuka dan mudah diimplementasikan. Dengan hanya satu server, dapat menangani ribuan klien jarak jauh. MQTT mengurangi kebutuhan akan sumber daya perangkat dan *bandwidth* jaringan sambil berupaya menjamin pengiriman dan ketergantungan. Protokol MQTT memudahkan untuk menghubungkan mesin ke mesin (M2M), komponen penting dari konsep *Internet of Things*. Protokol perpesanan yang dipublikasikan

Dan berlangganan disebut MQTT yang beroperasi di atas protokol TCP/IP karena mekanismenya diimplementasikan di atasnya protokol MQTT memiliki keuntungan sebagai berikut: menyediakan data yang relevan ke aset yang mampu membuat keputusan cerdas, memaksimalkan opsi konektivitas untuk sensor dan perangkat jarak jauh, dan memperluas konektivitas ke perangkat pintar di luar batas perusahaan. "Publikasikan/langganan" adalah ide pertama yang digunakan protokol MQTT untuk mengirim dan menyimpan pesan. [20]

Pelanggan dapat mendaftar untuk menerima pesan apa pun yang dipublikasikan tentang topik yang menarik bagi pengguna. Kedua, ada langganan dan topik. Pesan dipublikasikan ke topik atau bidang subjek, di MQTT berlangganan ke topik untuk menerima pesan tentang subjek tertentu. Tanda angka (#) dan pengidentifikasi karakter liar lainnya dapat digunakan untuk menerima pesan berbagai topik terkait, atau langganan eksplisit dapat membatasi pesan yang diterima untuk topik tertentu yang sudah ada.

MQTT mendefinisikan untuk pengiriman pesan, ada tiga tingkat kualitas layanan (QoS). *Server* berusaha lebih keras untuk menjamin pengiriman pesan di setiap level. Meskipun tingkat QoS yang lebih tinggi memastikan pengiriman pesan yang lebih dapat diandalkan, mereka juga dapat menyebabkan pesan tertunda atau menggunakan lebih banyak *bandwidth* jaringan karena masalah seperti latensi. Saat menggunakan MQTT, pesan disimpan di server bahkan setelah dikirimkan ke setiap pelanggan yang saat ini mendaftar. Semua pesan disertakan saat langganan baru untuk subjek yang sama dikirim dengan tersimpan dikirim ke klien yang memiliki langganan baru.

Kelima *Clean sessions and durable connections* diatur setiap kali klien MQTT terhubung ke *server*. Jika *flag* disetel ke Benar, saat *server* terputus, semua langganan klien akan dibatalkan. Saat koneksi terputus, langganan klien masih berlaku jika bendera disetel ke false. Setelah koneksi dibangun kembali, setiap pesan berikutnya dengan penunjukan QoS tinggi disimpan untuk pengiriman. Tidak perlu menggunakan *Clean sessions*. Terakhir, klien dapat memberi tahu *server* saat terhubung ke *server* bahwa ia memiliki pesan atau surat wasiat yang perlu dipublikasikan ke topik atau topik tertentu jika terjadi pemutusan yang tidak terduga.