

TESIS

**ANALISIS ARSITEKTUR KOMPUTASI KABUT UNTUK MEMONITOR
PANEL SURYA PADA SISTEM RUMAH CERDAS**

Performance Analysis of Fog Architecture to Monitor Solar Panel for Smart Home

NUR INSAAN MUHAMMAD ADZAN AKBAR SYAFARI

D082192013



**PROGRAM S2 TEKNIK INFORMATIKA
DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2023

**ANALISIS ARSITEKTUR KOMPUTASI KABUT UNTUK MEMONITOR
PANEL SURYA PADA SISTEM RUMAH CERDAS**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk Mencapai Gelar Megister
Program Studi Teknik Informatika

Disusun dan diajukan oleh

**NUR INSAAN MUHAMMAD ADZAN AKBAR SYAFARI
D082192013**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA**

2023

TESIS

ANALISIS ARSITEKTUR KOMPUTASI KABUT UNTUK MEMONITOR PANEL SURYA PADA SISTEM RUMAH CERDAS

NUR INSAAN MUHAMMAD ADZAN AKBAR SYAFARI
D082192013

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 06 September 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr.Eng. Zulkifli Tahir, S.T., M.Sc.
NIP. 19840403 201012 1 004

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Andani, M.T.
NIP. 19601231 198703 1 022

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muh. Isran Ramli, S.T., M.T.
NIP. 19730926 2000012 1 002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Informatika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nur Insaan Muhammad Adzan Akbar Syafari
Nomor mahasiswa : D082192013
Program studi : S2 Teknik Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul "ANALISIS ARSITEKTUR KOMPUTASI KABUT UNTUK MEMONITOR PANEL SURYA PADA SISTEM RUMAH CERDAS" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Eng. Zulkifli Tahir, S.T., M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Andani, M.T.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. 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 isi tesis ini telah dipublikasikan di Prosiding (*2023 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*), Surabaya, Indonesia, 2023, DOI : 10.1109/ISITIA59021.2023.10221084) sebagai artikel dengan judul "*Performance Analysis of Fog Architecture to Monitor Solar Panel for Smart Home*".

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

Makassar, 12 September 2023

Yang menyatakan



Nur Insaan Muhammad Adzan Akbar Syafari

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur Senantiasa kita panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan Kasih Sayang serta Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul “**Analisis Arsitektur Komputasi Kabut Untuk Memonitor Panel Surya Pada Sistem Rumah Cerdas**” dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta Salam tidak lupa kita senantiasa kirimkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat manusia.

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar **Magister Komputer (M.Kom)** pada program S2 Teknik Informatika, Departemen Teknik Informatika, Universitas Hasanuddin, Makasar. Dengan mengucapkan syukur yang sedalam-dalamnya, gelar ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, **Syafaruddin Ibrahim** dan ibunda **Suhani** yang senantiasa memberikan dukungan baik dalam segi moral dan materil, motivasi dan doa yang tidak henti-hentinya dipanjatkan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik serta istri tercinta, **Hiqma Qamalia, S.T.** yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

Dalam penyusunan tesis ini, tentunya tidak lepas dari dukungan dari seluruh pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dewan pembimbing, Bapak Dr. Eng. Zulkifli Tahir ST., M.sc. dan Bapak Prof. Dr. Ir. H Andani Achmad., M.T, yang dengan sabar dan penuh tanggung jawab memberikan bimbingan, masukan serta motivasi kepada penulis dalam penyelesaian tesis ini.
2. Dewan Penguji, Bapak Dr. Ir. Amil Ahmad Ilham, ST., M, IT., Bapak Dr. Eng. Muhammad Nizwar, ST., M, IT. dan Bapak Dr-Eng. Ady Wahyudi Paundu, ST.,

MT, yang senantiasa memberikan saran yang membangun selama penelitian ini dilakukan.

3. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Teknik Informatika Universitas Hasanuddin yang selalu aktif dalam berdiskusi dan memberikan masukan dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa Sarjana Politeknik Negeri Ujung Pandang yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Rekan-rekan angkatan 2014, Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan Studi Magister Teknik Informatika Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih sangat jauh dari kata sempurna dan mempunyai banyak kekurangan. Sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk kedepannya sehingga dapat memberikan manfaat bagi seluruh pembaca. Akhir kata, penulis menyampaikan permohonan yang sebesar-besarnya kepada pembaca sekiranya terdapat kesalahan-kesalahan dalam penyusunan tesis ini, wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Makassar, 1 Juni 2023

Nur Insaan Muhammad Adzan Akbar Syafari

ABSTRAK

NUR INSAAN MUHAMMAD ADZAN AKBAR SYAFARI. *Analisis Arsitektur Komputasi Kabut Untuk Memonitor Panel Surya Pada Sistem Rumah Cerdas.* (dibimbing oleh **Zulkifli Tahir** dan **Andani**).

Energi surya menjadi semakin populer untuk menghasilkan listrik dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai teknologi telah memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya mereka. Salah satu teknologi yang memanfaatkan keunggulan dari energi surya adalah sistem rumah pintar. Sistem rumah pintar menggunakan panel surya yang terdiri dari beberapa sel surya yang disusun dalam konfigurasi tertentu untuk menghasilkan jumlah daya listrik yang dapat digunakan. Penelitian ini mengusulkan arsitektur komputasi kabut untuk memantau kinerja panel surya dalam sistem rumah pintar. Komputasi kabut, sebagai model komputasi terdistribusi, menawarkan beberapa keuntungan untuk mengelola dan memproses data dalam konteks Internet of Things (IoT). Penelitian ini membahas desain dan implementasi arsitektur yang diusulkan serta mengevaluasi efektivitas dari segi kinerja sistem dan efisiensi energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur komputasi kabut yang diusulkan memberikan kinerja yang lebih baik dari segi Waktu Respon, Beban CPU, dan Latensi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan potensi dari komputasi kabut dalam meningkatkan kinerja dan keandalan sistem rumah pintar, terutama dalam konteks sumber energi terbarukan seperti panel surya.

Kata Kunci : *Rumah Cerdas, Komputasi Kabut, Panel Surya, Internet of Things, Linear Regression*

ABSTRACT

NUR INSAAN MUHAMMAD ADZAN AKBAR SYAFARI. *Performance Analysis of Fog Architecture to Monitor Solar Panel for Smart Home.* (Supervised by **Zulkifli Tahir** and **Andani**)

Solar energy becomes more popular for generating electricity in daily lives. Various technologies have utilized solar energy as their power source. One of the technologies that benefit from solar energy is the smart home system. Smart home systems utilize solar panels composed of multiple solar cells arranged in a specific configuration to generate a usable amount of electrical power. This research proposes a fog computing architecture for monitoring solar panel performance in a smart home system. Fog computing, as a distributed computing model, offers several benefits for managing and processing data in the context of the Internet of Things (IoT). We discuss the design and implementation of the proposed architecture and evaluate its effectiveness in terms of system performance and energy efficiency. The results show that proposed fog computing architecture gets better performance in terms of Response Time, CPU Load, and Latency. The results of this study demonstrate the potential of fog computing in improving the performance and reliability of smart home systems, particularly in the context of renewable energy sources such as solar panels.

Keyword: *Smart Home, Fog Computing, Solar Panel, Internet of Things, Linear Regression*

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1	11.2
	61.3
	61.4
	61.5
	7BAB II
	8
KAJIAN LITERATUR DAN METODE PENYELESAIAN MASALAH	8
2.1	82.2
	182.3
	302.4
	31BAB III
	33
METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1	333.2
	40BAB IV
	40
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	414.2
	45BAB V
	47
PENUTUP	47

5.1

525.2
52DAFTAR PUSTAKA
48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1. Arsitektur Komputasi Kabut Pada Internet of Things	11
Gambar 2. Smart Home Architecture	17
Gambar 3. Kerangka Pikir	32
Gambar 4. Alur Penelitian	33
Gambar 5. Arsitektur Fog untuk Sistem Rumah Cerdas	35
Gambar 6. Arsitektur <i>Cloud</i> untuk Sistem Rumah Cerdas	36
Gambar 7. Panel Surya	41
Gambar 8. Baterai	41
Gambar 9. Kontroler ESP32	42
Gambar 10. Raspberry 3A	42
Gambar 11. Sensor Arus	43
Gambar 12. Sensor Tegangan	43
Gambar 13. Grafik Response Time	44
Gambar 14. Grafik Beban CPU	45
Gambar 15. Grafik Latensi	46
Gambar 16. Grafik Durasi Algoritma Regresi Linear	46
Gambar 17. Grafik Durasi Algoritma Random Forest	47
Gambar 16. Grafik Durasi Algoritma Decision Tree	48

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1. <i>State of the Art</i>	18
Tabel 2. Referensi dan metode	29
Tabel 3. Spesifikasi Perangkat Keras dan Lunak	37
Tabel 4. Kontroler ESP32	37
Tabel 5. Pengujian Fungsional	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi surya semakin populer untuk mengurangi ketergantungan manusia pada energi fosil yang langka. Energi surya yang berasal dari matahari adalah sumber daya yang sangat potensial dan dapat digunakan untuk menghasilkan listrik atau panas. Penggunaan energi surya yang paling luas adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), PTS (Pemanas Air Tenaga Surya), Pendingin, Pengering, Lampu Jalan Tenaga Surya [1]. Namun, biaya instalasi yang cukup mahal masih menjadi hambatan utama bagi pengembangan energi surya.

Energi yang dihasilkan oleh matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Panel surya terdiri dari beberapa sel surya yang dirancang untuk menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi arus listrik. Sel surya mampu menghasilkan listrik DC (Direct Current) yang dapat diubah menjadi listrik AC (Alternating Current) menggunakan inverter. Listrik AC yang dihasilkan dapat digunakan untuk memasok listrik ke rumah, bangunan, atau daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik utama [2]. Panel surya memiliki berbagai ukuran dan daya, misalnya panel kecil yang dapat digunakan untuk mengisi baterai atau perangkat elektronik kecil dan panel besar yang cukup untuk memasok listrik untuk seluruh rumah atau bisnis.

Panel surya yang digunakan dalam rumah pintar merupakan alternatif untuk menghasilkan listrik menggunakan sumber daya alam. Sistem rumah pintar menggunakan teknologi seperti IoT (Internet of Things) untuk pengendalian otomatis guna memudahkan pengguna dalam mengontrol penggunaan energi di rumah. Rumah pintar adalah rumah yang dilengkapi dengan teknologi pintar yang memungkinkan pemilik untuk mengendalikan berbagai sistem secara remote dan otomatis, misalnya pencahayaan, pemanas, dan pendingin udara [3]. Rumah pintar dapat menghasilkan listrik sendiri tanpa mengandalkan sumber daya listrik eksternal dengan memanfaatkan panel surya.

Sistem rumah pintar yang terintegrasi dengan panel surya memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengumpulkan dan memproses beberapa jenis data, menampilkan hasil dalam bentuk visual, dan mengaktifkan sistem. Panel surya dalam rumah pintar memerlukan sistem *monitoring* yang dapat mengukur kinerja panel surya dengan akurat dalam menyimpan data pada baterai sehingga fitur-fitur di rumah pintar dapat berfungsi dengan baik. Semua tugas ini tidak dapat dilakukan oleh perangkat keras yang memiliki sumber daya penyimpanan yang terbatas, kemampuan komputasi yang terbatas, sumber daya jaringan yang terbatas, dan pasokan daya yang terbatas [4].

Faktor kunci dalam sistem *monitoring* panel surya adalah memilih perangkat keras dan perangkat lunak terbaik [5]. Perangkat keras yang digunakan harus mampu mengumpulkan data dengan akurat dan efisien, sementara perangkat lunak harus mampu memproses data dengan cepat dan memberikan hasil analisis yang akurat. Namun, jumlah perangkat yang digunakan dapat

mempengaruhi pertukaran data, karena penghuni rumah mengakses internet dan perangkat pintar secara bersamaan. Aktivitas ini menurunkan performa setiap perangkat dalam mentransfer dan mendistribusikan data.

Sebuah sistem *monitoring* jarak jauh cerdas berbasis internet untuk memantau PLTS diusulkan oleh [7]. Sistem ini menggabungkan *monitoring* jarak jauh untuk PLTS PCU melalui internet menggunakan host, gateway sistem terbenam, dan komponen lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan berhasil melakukan *monitoring* kondisi penyimpanan dan dapat mendeteksi manipulasi data dari PLTS PCU. Fungsi *monitoring* jarak jauh berfungsi dengan baik secara real-time. Sistem ini dapat dikembangkan untuk mencakup berbagai pilihan seperti jaringan sensor nirkabel untuk memantau kondisi lingkungan di lokasi yang terisolasi.

Raspberry Pi mengolah data yang diterima dari Analog to Digital Converter (ADC) dalam platform LabVIEW untuk mengembangkan sistem *monitoring* sel surya dengan manajemen data real-time [8]. Pengolahan data dibagi menjadi empat bagian yaitu konfigurasi ADC, konfigurasi SPI dan Chip Select, koneksi LabVIEW ke Raspberry Pi yang dibangun dengan blok yang tersedia di perpustakaan Linux, dan bagian yang terdiri dari blok-blok yang mengkodekan data 10-bit menjadi nilai tegangan yang dapat dibaca sesuai dengan resolusi ADC. Pada bagian terakhir, nilai tegangan dipetakan pada grafik dan diteruskan ke antarmuka situs web untuk diakses secara online. Nilai ini dapat diakses oleh aplikasi Android. Penelitian ini masih memerlukan

pengembangan lebih lanjut terkait manajemen data dengan perkembangan teknologi yang semakin cepat.

Sebuah sistem *monitoring* sel surya menggunakan arsitektur komputasi awan untuk meningkatkan transmisi data yang disebut ADAFRUIT CLOUD dikembangkan untuk memantau fungsi sel surya [9]. ADAFRUIT CLOUD adalah server awan yang dikembangkan khusus untuk proyek Internet of Things. Data yang disimpan di awan diproses oleh beberapa proses dan aplikasi seluler yang juga mengakses data dari awan. Data yang disimpan di awan yaitu arus, tegangan, panas, dan suhu diproses oleh beberapa proses menggunakan aplikasi seluler. Penelitian ini masih memerlukan algoritma untuk dapat memprediksi penggunaan dan produksi listrik dari sel surya.

Penelitian sebelumnya [10] memantau sel surya untuk mengatasi masalah yang ada di pembangkit listrik tenaga surya, di mana hal ini tidak dapat dipantau sepenuhnya mengingat adanya aktivitas lain di luar rumah. Studi ini bertujuan untuk membangun sistem pengukuran real-time yang dapat diakses secara online untuk memantau kondisi PLTS di luar rumah melalui smartphone atau PC. Hasil pengukuran beberapa parameter yaitu tegangan, arus, daya listrik, dan efisiensi panel surya menghasilkan nilai kesalahan rata-rata di bawah 4%. Hasil data pengukuran ditampilkan dalam grafik dalam server cloud Thing Speak yang dapat diakses melalui smartphone dan PC (Personal Computer).

Daya komputasi dari sebuah robot sangat bergantung pada jenis prosesor, hard disk, memori, dan jenis perangkat lunak/bahasa pemrograman yang menjalankan algoritma pada robot yang dikembangkan untuk robotika. Semakin

kompleks algoritmanya, semakin besar kebutuhan komputasi yang harus dipenuhi. Para peneliti mencoba solusi dengan membangun mikro layanan sebagai bagian dari infrastruktur komputasi fog untuk mengatasi kurangnya daya komputasi pada robot. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa keterlambatan dalam proses pengiriman gambar mikro layanan memberikan kontribusi terbesar pada proses migrasi mikro layanan dibandingkan dengan keterlambatan dalam pembuatan checkpoint dan instalasi gambar pada server komputasi fog tujuan dengan nilai sekitar 2,4 hingga 6,3 detik [11]. Keterlambatan pengiriman meningkat secara signifikan jika gambar mikro layanan dikirim menggunakan protokol SSH di mana nilainya adalah 71,2 hingga 208,2 detik, dibandingkan dengan protokol FTP yang berkisar dari 30,9 hingga 48,4 detik.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun arsitektur komputasi fog untuk memantau panel surya pada sistem rumah pintar. Arsitektur ini merupakan prototipe dari sistem *monitoring* panel surya yang diterapkan pada rumah pintar dengan memanfaatkan komputasi fog dalam pengolahan data. Sistem *monitoring* ini memantau penggunaan panel surya pada rumah pintar yang memungkinkan penghuni untuk memeriksa aktivitas panel surya meskipun mereka berada di tempat yang jauh. Informasi seperti sisa daya baterai ditampilkan pada sistem *monitoring* ini. Kinerja arsitektur diukur dengan memvalidasi hasil yang dikeluarkan oleh sistem. Penelitian ini juga bertujuan untuk memprediksi sisa daya baterai pada rumah pintar menggunakan algoritma Regresi Linier.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dibahas, maka ditarik suatu rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana memanfaatkan arsitektur komputasi kabut sebagai media transmisi data pada sistem rumah cerdas?
2. Bagaimana membangun arsitektur komputasi kabut untuk mendukung aktivitas monitoring kondisi panel surya pada sistem rumah cerdas?
3. Bagaimana mengoptimalkan aktivitas monitoring kondisi panel surya pada sistem rumah cerdas?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Menerapkan arsitektur komputasi kabut sebagai media transmisi data pada sistem rumah cerdas
2. Membangun arsitektur komputasi kabut untuk mendukung aktivitas monitoring kondisi panel surya pada sistem rumah cerdas
3. Mengoptimalkan aktivitas monitoring kondisi panel surya pada sistem rumah cerdas sistem rumah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terhadap industri, memberikan masukan terhadap proses perancangan *prototype* sistem rumah cerdas yang memiliki fitur monitoring kondisi panel surya sebagai penyimpan daya baterai.

2. Sebagai bahan rujukan terhadap penelitian selanjutnya khususnya pada permasalahan transmisi data pada sistem rumah cerdas yang memiliki fitur monitoring kondisi panel surya.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Parameter pengukuran pada penelitian ini hanya mengambil nilai arus dan tegangan secara *real time* pada panel surya dengan sensor dan data logger berbasis Arduino
2. Sistem monitoring diterapkan dalam bentuk *Prototype Smart Home*.

BAB II

KAJIAN LITERATUR DAN METODE PENYELESAIAN MASALAH

2.1 Kajian Pustaka

Kajian Pustaka yang tertuang pada bab ini adalah representasi dari hasil pendahuluan yang dilakukan oleh penulis, studi literatur yang dilakukan tersebut berupa review terhadap jurnal, prosiding, artikel, dan situs website yang relevan dan mendukung dalam penelitian yang akan dilakukan.

1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat elektronik seperti sensor, mesin, dan peralatan lainnya ke internet untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi tanpa adanya interaksi manusia. IoT menyediakan kemampuan untuk mengumpulkan data dalam jumlah besar dan memprosesnya untuk memperoleh informasi yang dapat membantu pengambilan keputusan. Arsitektur IoT terdiri dari beberapa lapisan, yaitu perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), jaringan, dan aplikasi. Perangkat keras meliputi sensor, aktuator, dan perangkat lainnya yang digunakan untuk mengumpulkan dan mengirimkan data. Perangkat lunak meliputi sistem operasi, middleware, dan aplikasi. Jaringan terdiri dari berbagai teknologi seperti Wi-Fi, Bluetooth, dan jaringan seluler. Aplikasi IoT meliputi aplikasi berbasis cloud dan aplikasi berbasis edge.

Beberapa teknologi yang digunakan dalam IoT antara lain jaringan nirkabel (wireless), sensor, tag RFID (Radio Frequency Identification),

teknologi komunikasi, dan teknologi pengolahan data. Jaringan nirkabel seperti Wi-Fi, Bluetooth, dan jaringan seluler digunakan untuk menghubungkan perangkat IoT ke internet. Sensor digunakan untuk mengumpulkan data tentang lingkungan dan kondisi perangkat, sedangkan tag RFID digunakan untuk mengidentifikasi dan melacak objek. Teknologi komunikasi seperti MQTT dan CoAP digunakan untuk mentransmisikan data. Teknologi pengolahan data seperti big data dan machine learning digunakan untuk menganalisis data dan memperoleh informasi yang bermanfaat.

IoT digunakan dalam berbagai bidang seperti kesehatan, pertanian, manufaktur, transportasi, smart city, dan smart home. Dalam kesehatan, IoT digunakan untuk memantau kondisi pasien dan membantu dokter dalam pengambilan keputusan. Dalam pertanian, IoT digunakan untuk memantau kondisi tanaman dan lingkungan pertanian. Dalam manufaktur, IoT digunakan untuk memantau kondisi mesin dan meningkatkan efisiensi produksi. Dalam transportasi, IoT digunakan untuk memantau dan mengoptimalkan rute perjalanan dan kondisi kendaraan. Dalam smart city, IoT digunakan untuk memantau dan mengoptimalkan berbagai layanan kota seperti pencahayaan, pengelolaan sampah, dan parkir. Dalam smart home, IoT digunakan untuk mengontrol perangkat di rumah seperti lampu, kipas angin, dan pendingin udara.

2. Komputasi Kabut (*Fog Computing*)

Komputasi kabut (fog computing) adalah sebuah model komputasi terdistribusi yang memanfaatkan sumber daya komputasi yang tersebar di

sekitar kita, termasuk perangkat-perangkat di Internet of Things (IoT), untuk memproses dan menganalisis data secara lokal. Model ini menggabungkan antara keuntungan dari cloud computing dan edge computing, dimana data dan sumber daya komputasi tidak hanya diproses di cloud server jarak jauh tetapi juga di perangkat-perangkat di lapangan (edge devices) sehingga mengurangi latensi, kebutuhan bandwidth dan mempercepat waktu respon.

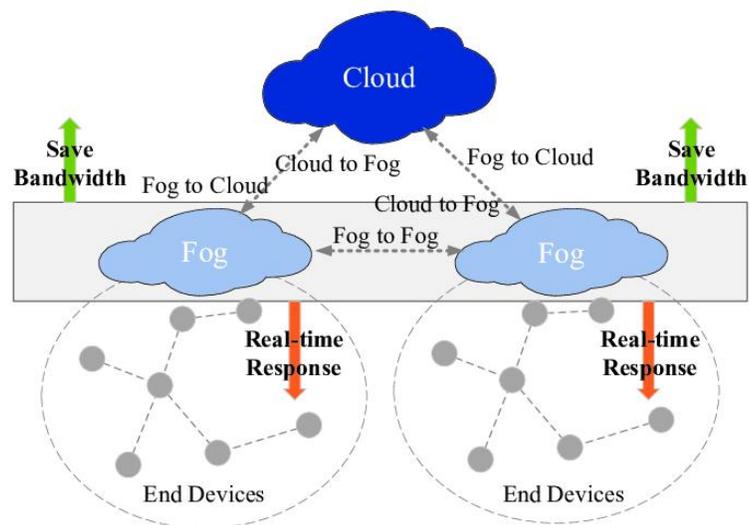
Komputasi kabut dimanfaatkan untuk mempercepat kinerja dan efisiensi pengolahan data, serta mengurangi latensi (delay) yang timbul ketika data harus dikirim ke cloud untuk diolah. Model ini sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan waktu respon yang cepat, seperti kendaraan otonom, industri 4.0, dan sistem keamanan yang memerlukan pemrosesan data secara real-time. Konsep dari komputasi kabut adalah memproses data pada tingkat yang lebih dekat dengan sumber data (edge), sehingga mengurangi waktu respons dan kebutuhan bandwidth. Selain itu, komputasi kabut juga dapat melakukan analisis data secara terdistribusi, dimana data yang dihasilkan dari edge devices dapat diproses secara lokal dan hanya mengirimkan hasil analisis saja ke cloud server.

Beberapa kelebihan dari penerapan komputasi kabut seperti mempercepat waktu respons dan mengurangi latensi data, mempercepat pemrosesan data dan mengurangi kebutuhan bandwidth, memperkuat keamanan data dengan memproses data secara terdistribusi dan terdesentralisasi, memungkinkan analisis data secara real-time. Adapun beberapa kelemahan dari komputasi kabut yaitu ketergantungan pada

perangkat-perangkat edge yang terbatas kemampuannya, keterbatasan daya tahan baterai pada perangkat-perangkat edge yang membatasi waktu pemrosesan data, keterbatasan dalam skala dan kapasitas sumber daya komputasi di edge devices.

Komputasi kabut sangat erat kaitannya dengan Internet of Things (IoT) karena model ini memanfaatkan sumber daya komputasi yang tersedia di perangkat-perangkat IoT untuk memproses data secara terdistribusi. Beberapa contoh penerapan komputasi kabut terkait dengan Internet of Things yaitu pada Smart Home, Kendaraan Otonom, Manufaktur, *Monitoring Kesehatan*.

Dengan memanfaatkan sumber daya komputasi yang tersedia di perangkat-perangkat IoT, komputasi kabut dapat membantu meningkatkan efisiensi, kinerja, dan keamanan dari berbagai aplikasi IoT. Berikut arsitektur komputasi kabut pada IoT.



Gambar 1. Arsitektur Komputasi Kabut Pada Internet of Things

Gambar 2.1 terdapat beberapa perangkat IoT (edge devices) yang terhubung ke jaringan internet. Data yang dihasilkan oleh perangkat IoT akan dikirim ke gateway yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat IoT dan server cloud. Pada tahap ini, data dapat diproses secara lokal di gateway menggunakan teknologi komputasi kabut sehingga waktu respons dan penggunaan bandwidth dapat diperkecil.

Jika data yang dikirim membutuhkan proses yang lebih kompleks atau memerlukan integrasi dengan data dari perangkat IoT lainnya, maka data akan dikirim ke server cloud untuk diproses. Data yang telah diproses di server cloud kemudian dapat dikirim kembali ke gateway atau perangkat IoT untuk memberikan respons yang sesuai. Dengan memanfaatkan teknologi komputasi kabut, data dapat diproses secara terdistribusi dan waktu respons dapat diperkecil, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kinerja dari berbagai aplikasi IoT.

3. Komputasi Awan (*Cloud Computing*)

Komputasi awan (cloud computing) adalah model pengelolaan sumber daya komputasi yang memungkinkan pengguna untuk mengakses sumber daya komputasi seperti jaringan, server, penyimpanan, dan aplikasi melalui internet. Model ini memungkinkan pengguna untuk menggunakan sumber daya komputasi secara fleksibel dan dengan biaya yang lebih rendah daripada membangun infrastruktur dan perangkat sendiri. Dalam komputasi awan, sumber daya komputasi dikelola oleh penyedia layanan awan (cloud service provider) yang bertanggung jawab untuk menjaga keamanan, keandalan, dan

ketersediaan layanan. Pengguna dapat mengakses sumber daya tersebut melalui internet dan hanya membayar untuk sumber daya yang mereka gunakan, seperti kapasitas penyimpanan, waktu penggunaan server, dan aplikasi.

Ada tiga model layanan utama dalam komputasi awan, yaitu:

1. Infrastructure as a Service (IaaS): Model ini memungkinkan pengguna untuk menyewa sumber daya infrastruktur seperti server, jaringan, dan penyimpanan dari penyedia layanan awan. Pengguna dapat mengelola dan mengkonfigurasi sumber daya tersebut sesuai dengan kebutuhan mereka.
2. Platform as a Service (PaaS): Model ini menyediakan platform untuk pengembangan, pengujian, dan penerapan aplikasi. Pengguna dapat membangun aplikasi mereka di atas platform yang disediakan oleh penyedia layanan awan tanpa harus mengelola infrastruktur yang mendasar.
3. Software as a Service (SaaS): Model ini menyediakan aplikasi yang dapat diakses melalui internet. Pengguna hanya perlu membayar untuk menggunakan aplikasi tersebut tanpa harus membeli atau mengelola infrastruktur dan perangkat yang diperlukan.

Komputasi awan memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Skalabilitas: Pengguna dapat memperoleh sumber daya tambahan sesuai dengan kebutuhan mereka tanpa harus membeli atau mengelola infrastruktur dan perangkat baru.

2. Efisiensi biaya: Pengguna hanya membayar untuk sumber daya yang mereka gunakan dan tidak perlu mengeluarkan biaya untuk membangun infrastruktur dan perangkat sendiri.
3. Ketersediaan: Layanan awan umumnya tersedia sepanjang waktu dan dapat diakses dari mana saja selama terhubung ke internet.
4. Keamanan: Penyedia layanan awan bertanggung jawab untuk menjaga keamanan dan privasi data pengguna.

Namun, komputasi awan juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

1. Ketergantungan pada koneksi internet: Pengguna harus terhubung ke internet untuk mengakses sumber daya awan.
2. Keamanan data: Meskipun penyedia layanan awan bertanggung jawab untuk menjaga keamanan dan privasi data pengguna, masih ada risiko kebocoran data atau serangan siber yang dapat mempengaruhi keamanan dan privasi data.
3. Keterbatasan kontrol: Pengguna tidak memiliki kontrol penuh atas sumber daya yang disewa dan tergantung pada kebijakan dan prosedur yang diberlakukan oleh penyedia

4. Internet of Things

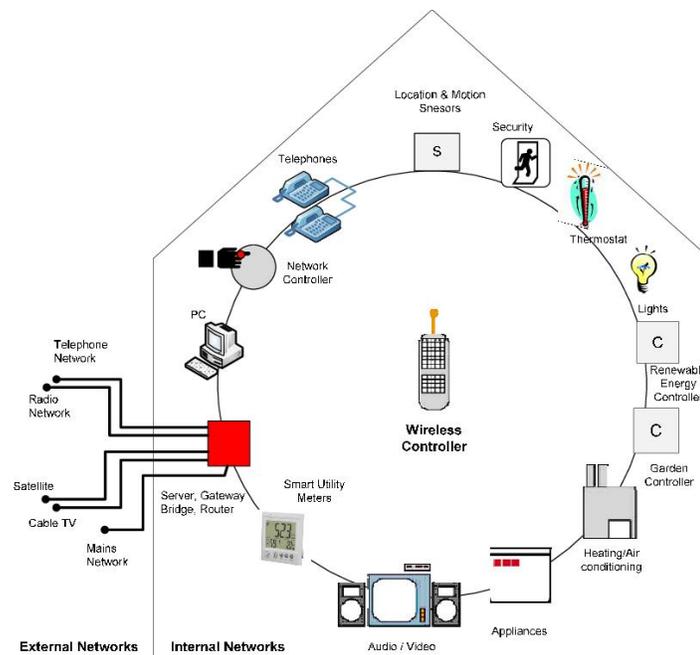
Teknologi Internet of Things (IoT) saat ini terus berkembang dan manfaatnya sudah mulai banyak dirasakan oleh sebagian besar masyarakat. Beberapa aplikasi IoT seperti smart home, smart factory, smart agriculture. IoT ini berawal dari beberapa perangkat pintar seperti telepon pintar, jam

tangan pintar hingga beberapa alat yang tidak dapat berkomunikasi seperti lampu, AC dan lain-lain dapat terhubung internet. Beberapa perangkat pada IoT tidak hanya mengirim data tetapi juga menyimpan dan memproses data. Menggunakan beberapa sensor untuk melakukan proses sensing kondisi lingkungan dan melakukan aktifitas secara berkala melalui sistem aktuator. Masyarakat terlibat pada ekosistem ini dengan mengakses data melalui telepon pintar atau perangkat lainnya yang dapat digunakan. Pada implementasi sistem IoT diperlukan perangkat yang berfungsi untuk mengumpulkan dan memproses beberapa jenis data. Selain itu juga bertugas untuk melakukan eksekusi menampilkan secara visual atau melakukan aktuasi. Tugas-tugas ini tidak dapat dilakukan perangkat node IoT yang memiliki keterbatasan sumber daya penyimpanan keterbatasan kemampuan komputasi, keterbatasan network resources dan keterbatasan catu daya. Sehingga diperlukan sebuah sumber daya yang handal yang sering disebut dengan komputasi awan. Komputasi awan merupakan pusat data yang terpusat. Karena jarak yang jauh maka menjadi kelemahan untuk beberapa aplikasi yang sensitif terhadap waktu. Untuk beberapa aplikasi yang sensitif terhadap latency/waktu dapat menerapkan fog computing. Fog computing merupakan paradigma baru dengan melebarkan kemampuan berbasis cloud pada jaringan edge. Dengan kata lain mendistribusikan tugas penyimpanan data dan pemrosesan data pada perangkat fog. Dengan penerapan fog computing ini juga dapat mengurangi biaya untuk penyewaan server cloud.

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. IoT telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), dan Internet. “A Things” pada Internet of Things dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan monitor implant jantung, hewan peternakan dengan transponder biochip, sebuah mobil yang telah dilengkapi built-in sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi machine-to-machine (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau “smart”. Sebagai contoh yaitu smart kabel, smart meter, smart grid sensor. Penelitian pada aplikasi IoT masih dalam tahap perkembangan. Oleh karena itu, tidak ada definisi dari Internet of Things. Menurut Ashton pada tahun 2009 definisi awal IoT adalah Internet of Things memiliki potensi untuk mengubah dunia seperti pernah dilakukan oleh Internet, bahkan mungkin lebih baik.

Rumah cerdas adalah contoh penerapan IoT yang terus berkembang pesat, di mana perangkat-perangkat di rumah dapat dihubungkan ke internet dan saling berinteraksi, menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan efisien. Rumah cerdas adalah rumah yang terhubung ke internet dan memiliki perangkat elektronik yang dapat bekerja secara otomatis dan saling berinteraksi. Contoh perangkat di rumah cerdas termasuk lampu, kipas, AC,

oven, pintu, jendela, kamera, dan sensor. Penerapan IoT pada rumah cerdas memberikan banyak keuntungan, seperti memudahkan pengguna dalam mengontrol perangkat di rumah secara jarak jauh melalui smartphone atau perangkat lainnya, meningkatkan keamanan dan keamanan rumah dengan kamera dan sensor yang terhubung ke internet, mengurangi konsumsi energi dengan mengoptimalkan penggunaan lampu, AC, dan perangkat lainnya, memberikan kenyamanan dan kemudahan dalam hidup sehari-hari. Namun pada penerapannya, IoT untuk rumah cerdas memiliki tantangan sendiri seperti kebutuhan jaringan internet yang kuat dan stabil untuk menghubungkan banyak perangkat elektronik, kekhawatiran tentang privasi dan keamanan data, terutama ketika perangkat terhubung ke internet, kompatibilitas perangkat dari berbagai produsen, yang dapat menghambat integrasi dan interaksi yang mulus di antara mereka. Gambar 2 merupakan contoh arsitektur penerapan rumah cerdas dengan teknologi IoT.



Gambar 2. Smart Home Architecture

2.2 Metode Penyelesaian Masalah

2.2.1 State of The Art

Beberapa Penelitian rujukan yang penulis ambil dijabarkan pada Tabel 1 *State of The Art* sebagai berikut:

Tabel 1. *State of the Art*

No	Judul, Nama, Tahun, Penerbit	Objek dan Permasalahan	Metode Penyelesaian	Kinerja	Korelasi <, =, >
1.	<p>Judul: Analisis Arsitektur Komputasi Kabut untuk Memonitor Panel Surya Pada Sistem Rumah Cerdas</p> <p>Penulis : Nur Insaan Muhammad Adzan Akbar Syafari</p>	<p>Objek : Energi Solar Cell</p> <p>Permasalahan: Bagaimana meningkatkan efektifitas dalam transmisi data pada sistem monitoring panel surya untuk rumah cerdas</p>	<p>Membangun arsitektur komputasi kabut untuk meningkatkan laju transmisi data</p>	<p>Kinerja dari topik yang diusulkan mampu meningkatkan laju transmisi data.</p>	>
2.	<p>Judul : Efficiency Analysis In Solar Panel Energy Systems: AC-DC Conversion Cost and DC-DC</p>	<p>Objek : biaya konversi AC-DC dan penggunaan energi DC-DC</p> <p>Permasalahan:</p>	<p>Merancang sistem yang memanfaatkan energi arus DC sebagai DC yang dapat</p>	<p><i>Loss</i> yang terdapat ketika energi diproduksi oleh panel DC dikonversi</p>	<

	<p>Energy Use [2]</p> <p>Penulis : Aydin GÜLLÜ, dkk.</p> <p>Tahun: 2020</p> <p>Penerbit : International Scientific Conference 2020</p>	<p>Bagaimana penerapan panel surya dapat mengurangi penggunaan energi dan biaya pada arus DC-AC?</p>	<p>meminimalisir <i>loss</i> untuk konversi AC-DC dengan memanfaatkan panel surya</p>	<p>menjadi AC terbukti memberikan solusi efisien dari sisi biaya dan pengurangan <i>loss</i> pada konsumsi energi</p>	
3.	<p>Judul : Solar Powered Smart Home Design with IoT [3]</p> <p>Penulis : Nitika, dkk</p> <p>Tahun : 2020</p> <p>Penerbit : IEEE-HYDCON</p>	<p>Objek: Panel Surya untuk Smart Home</p> <p>Permasalahan: Bagaimana merancang infrastuktur panel surya untuk rumah cerdas agar mampu mengatasi permasalahan <i>real time</i> pada arsitektur IoT?</p>	<p>Menggunakan Bluetooth untuk komunikasi jarak pendek dan GSM untuk komunikasi jarak jauh. ZigBee dan Wi-Fi digunakan untuk monitoring dan control <i>prototype</i>.</p>	<p>Infrastruktur mampu mengambil tindakan terhadap situasi tak terduga tertentu ketika pemilik mungkin tidak hadir di rumah. Pemilik juga diberitahu tentang masalah yang telah terjadi. Model perangkat keras dikembangkan dengan skema kontrol sensor</p>	<

				yang tepat	
4.	<p>Judul : Fog Based Architecture Design for IoT with Private Nodes: A Smart Home Application [4]</p> <p>Penulis : Aykut, dkk</p> <p>Tahun : 2019</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>Objek : Arsitektur komputasi kabut untuk smart home.</p> <p>Permasalahan: Bagaimana merancang arsitektur komputasi kabut dengan node privat yang dapat diaplikasikan pada rumah cerdas?</p>	<p>Docker</p> <p>Amazon Elastic Cloud Computing</p> <p>Apache Jmeter</p>	<p>Arsitektur komputasi kabut yang diusulkan untuk solusi dari masalah seperti kecepatan transmisi data, bandwidth, kendala sumber daya hal pintar dan konektivitas internet dan privasi. Pemrosesan data pada node kabut telah menghasilkan kerahasiaan data dan mengurangi penggunaan koneksi internet.</p>	=
5.	<p>Judul : Design and Implementation</p>	<p>Objek : Rumah Cerdas dengan arsitektur</p>	<p>Zigbee</p>	<p>Hasil menunjukkan bahwa</p>	<

	<p>of a Power Consumption Management System for Smart Home Over Fog-Cloud Computing [10]</p> <p>Penulis : Yan-Da Chen, dkk</p> <p>Tahun : 2018</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>Fog-Cloud</p> <p>Permasalahan: Bagaimana merancang arsitektur untuk rumah cerdas berdasarkan komputasi kabut menggunakan protocol Zigbee?</p>		<p>arsitektur dapat secara efektif menangani masalah jumlah data dan mengurangi latensi untuk keamanan secara real-time dengan memproses situasi yang dibutuhkan. Arsitektur juga memantau penggunaan listrik dalam melaksanakan sistem manajemen energi rumah.</p>	
6.	<p>Judul : Energy Efficiency and Latency Analysis of Fog Networks [6]</p> <p>Penulis :</p>	<p>Objek : Jaringan 5G Komputasi Kabut</p> <p>Permasalahan: Bagaimana mengembangkan sebuah framework yang mampu</p>	<p>Memperkenalkan kerangka matematika untuk mengevaluasi trade-off dari usulan komputasi kabut</p>	<p>Penelitian ini menganjurkan untuk tidak menggunakan jaringan kabut saat melayani aplikasi off-line, karena</p>	<

	<p>Raad S. Alhumaima</p> <p>Tahun : 2020</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>memperkecil latensi dan mengoptimalkan energi pada jaringan komputasi kabut.</p>		<p>memerlukan konsumsi daya ekstra. Desain hibrid disesuaikan dari cloud dan fog untuk diperiksa di mana keputusan dapat dibuat sebelum melayani UE</p>	
7.	<p>Judul : A Smart IoT System For Monitoring Solar PV Power Conditioning Unit [7]</p> <p>Penulis : Shrihariprasath.B.</p> <p>Tahun : 2016</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>Objek : Sistem monitoring PV PCU</p> <p>Permasalahan: Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem <i>monitoring</i> Smart Remote menggunakan IOT yang mampu memantau PCU Solar PV dan menyimpan data dalam database cloud melalui antarmuka web yang mudah dikelola?</p>	GPRS	<p><i>Monitoring</i> PCU PV surya menggunakan Internet of Things telah terbukti secara eksperimental bekerja dengan memuaskan dengan berhasil memantau parameter melalui internet dan memanipulasi data serta menghasilkan laporan sesuai</p>	=

				kebutuhan, misalnya menghitung plot unit dan menghasilkan total unit yang dihasilkan per bulan.	
8.	<p>Judul : Real Time Remote Solar Monitoring System [8]</p> <p>Penulis: Ambuj Gupta, dkk.</p> <p>Tahun : 2017</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>Objek: RaspberryPi untuk pengukuran meter surya</p> <p>Permasalahan: Bagaimana membangun sistem metering surya yang dapat diakses dari mana saja untuk <i>monitoring</i> dan analisis pengaturan surya</p>	LabVIEW	<p>Sistem <i>monitoring</i> dan analisis yang diusulkan dapat memberikan sarana yang sangat baik untuk transmisi data dan mudah dipasang, stabil, dan dapat diandalkan untuk bekerja dengan mengumpulkan daya, tegangan dan arus yang diperoleh dari pengaturan surya yang di tampilkan</p>	=

				secara online sehingga dapat diakses dari mana saja	
9.	<p>Judul : An IoT Based Approach For Monitoring Solar Power Consumption with ADAFRUIT Cloud [9]</p> <p>Penulis : Mubashir Ali</p> <p>Tahun : 2020</p> <p>Penerbit : International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 2020</p>	<p>Objek : Konsumsi energi</p> <p>Permasalahan: Bagaimana pendekatan otomatisasi terhadap monitoring solar panel pada daerah agricultural?</p>	ADAFRUIT Cloud	<p>Hasil ditampilkan melalui layar onboard serta aplikasi seluler. Pengguna akan dapat melacak, memantau dan mengontrol panel mereka secara virtual untuk memaksimalkan listrik.</p>	<
10	<p>Judul : Real Time Online Monitoring Of Solar Power Plants Voltage,</p>	<p>Objek : Solar Power Plants</p> <p>Permasalahan : Bagaimana meningkatkan</p>	Raspberry Pi 3 ThingSpeak Server	<p>Pengukuran panel surya yang terdiri dari tegangan, arus, daya listrik, dan</p>	=

	<p>Current, Power, And Efficiency To Smartphone, Web, And Email [10]</p> <p>Penulis : Albert Gunadhi, dkk</p> <p>Tahun : 2020</p> <p>Penerbit : IJSTR</p>	<p>optimalisasi dalam pengukuran besaran listrik pada pembangkit listrik tenaga surya?</p>		<p>efisiensi penyerapan masing-masing menghasilkan error rata-rata 2,01%, 3,34%, 1,73%, dan 1,73%.</p>	
11	<p>Judul : Implementasi Fog Computing Pada Aplikasi Smart Home Berbasis Internet Of Things [12]</p> <p>Penulis : Nagata, dkk</p> <p>Tahun : 2016</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>Objek : Smart Home berbasis IoT</p> <p>Permasalahan : Bagaimana meningkatkan proses komputasi pada pengendalian jarak jauh dari aplikasi smart home berbasis IoT?</p>	<p>MQTT Broker Haar Cascade face Classifier</p>	<p>Penggunaan MQTT broker pada jaringan lokal bisa mengurangi waktu komputasi. Pada skenario broker mqtt pada jaringan lokal didapatkan waktu proses aplikasi monitoring suhu dan kelembaban</p>	=

				<p>sebesar 0,152 detik, pada aplikasi pengaturan dimmer lampu sebesar 0,339 detik dan apada aplikasi face recognition sebesar 6,602 detik. Besar waktu komputasi yang didapatkan masih relative cukup besar</p>	
12	<p>Judul : Energy Efficiency of Fog Computing Health Monitoring Applications [13]</p> <p>Penulis : Ida Syafiza M. Isa, dkk</p> <p>Tahun : 2018</p> <p>Penerbit :</p>	<p>Objek : Aplikasi Monitong Kesehatan</p> <p>Permasalahan : Bagaimana memanfaatkan komputasi kabut dalam pengembangan aplikasi monitoring Kesehatan yang merekam signal EKG setiap pasien?</p>	<p>MILP GPON</p>	<p>Hasilnya menunjukkan penghematan energi total sebesar 68% saat melakukan pemrosesan dan analisis sinyal EKG di tepi jaringan dibandingkan dengan pemrosesan di</p>	<

	ICTON			cloud. Namun, penghematan energi berkurang ketika server pengolah dapat melayani jumlah yang lebih tinggi pasien.	
13	<p>Judul : IoT Based Smart Home Automation Using Solar Photovoltaic System and Online Time Server [14]</p> <p>Penulis : Chiradeep Ghosh, dkk</p> <p>Tahun : 2021</p> <p>Penerbit : IEEE</p>	<p>Objek : Solar Power Control System and Electricity</p> <p>Permasalahan : Bagaimana mengembangkan smart home otomatis berbasis IoT menggunakan Solar Photovoltaic ?</p>	NodeMCU-ESP8266	Setelah dilakukan studi dan pendekatan penerapan kontrol tenaga surya dan otomasi rumah, dapat dikatakan bahwa penerapan IoT dalam sistem otomasi rumah sangat positif dalam hal pengukuran dan analisis data secara real time.	<

2.2 Metode yang Diusulkan

Berdasarkan uraian beberapa keaslian penelitian pada tabel, maka pada penelitian ini akan diterapkan sebuah konsep monitoring energi panel surya dengan dukungan komputasi kabut untuk peningkatan efisiensi pengelolaan data pada aktifitas penggunaan energi panel surya yang dibaca dari sensor untuk mengukur nilai dari beberapa parameter waktu komputasi, seperti wktu respon, latency, dan penggunaan persentase CPU. Hasil pengujian dari setiap skenario dianalisa untuk mengetahui sejauh mana performansi yang dihasilkan dari teknologi yang diterapkan..

2.3 Tingkat Keaslian (Level Orisinalitas) Penelitian

Berikut Tabel 2 matriks metode penyelesaian yang berkesesuaian dengan referensi pada tabel *State of The Art*.

Tabel 2. Referensi dan metode

No. Referensi	Metode Penyelesaian					
	a	b	c	d	e	f
1	✓					
2			✓			
3				✓		
4		✓		✓		
5				✓		
6				✓		✓
7					✓	
8	✓					
9	✓					
10	✓					
11						
12	✓					
13		✓				

Nomor Referensi

1. Analisis Arsitektur Komputasi Kabut untuk Memonitor Panel Surya Pada Sistem Rumah Cerdas
2. Efficiency Analysis In Solar Panel Energy Systems: AC-DC Conversion Cost and DC-DC Energy Use
3. Solar Powered Smart Home Design with IoT
4. Fog Based Architecture Design for IoT with Private Nodes: A Smart Home Application

5. Design and Implementation of a Power Consumption Management System for Smart Home Over Fog-Cloud Computing
6. Energy Efficiency and Latency Analysis of Fog Networks
7. A Smart IoT System for Monitoring Solar PV Power Conditioning Unit
8. Real Time Remote Solar Monitoring System
9. An IoT Based Approach for Monitoring Solar Power Consumption with ADAFRUIT Cloud
10. Real Time Online Monitoring of Solar Power Plants Voltage, Current, Power, And Efficiency to Smartphone, Web, And Email
11. Implementasi Fog Computing Pada Aplikasi Smart Home Berbasis Internet of Things
12. Energy Efficiency of Fog Computing Health Monitoring Applications
13. IoT Based Smart Home Automation Using Solar Photovoltaic System and Online Time Server

Metode Penyelesaian

- a. Realtime Monitoring
- b. Smart Home
- c. Cloud Architecture
- d. IoT
- e. Microservice
- f. Fog Architecture

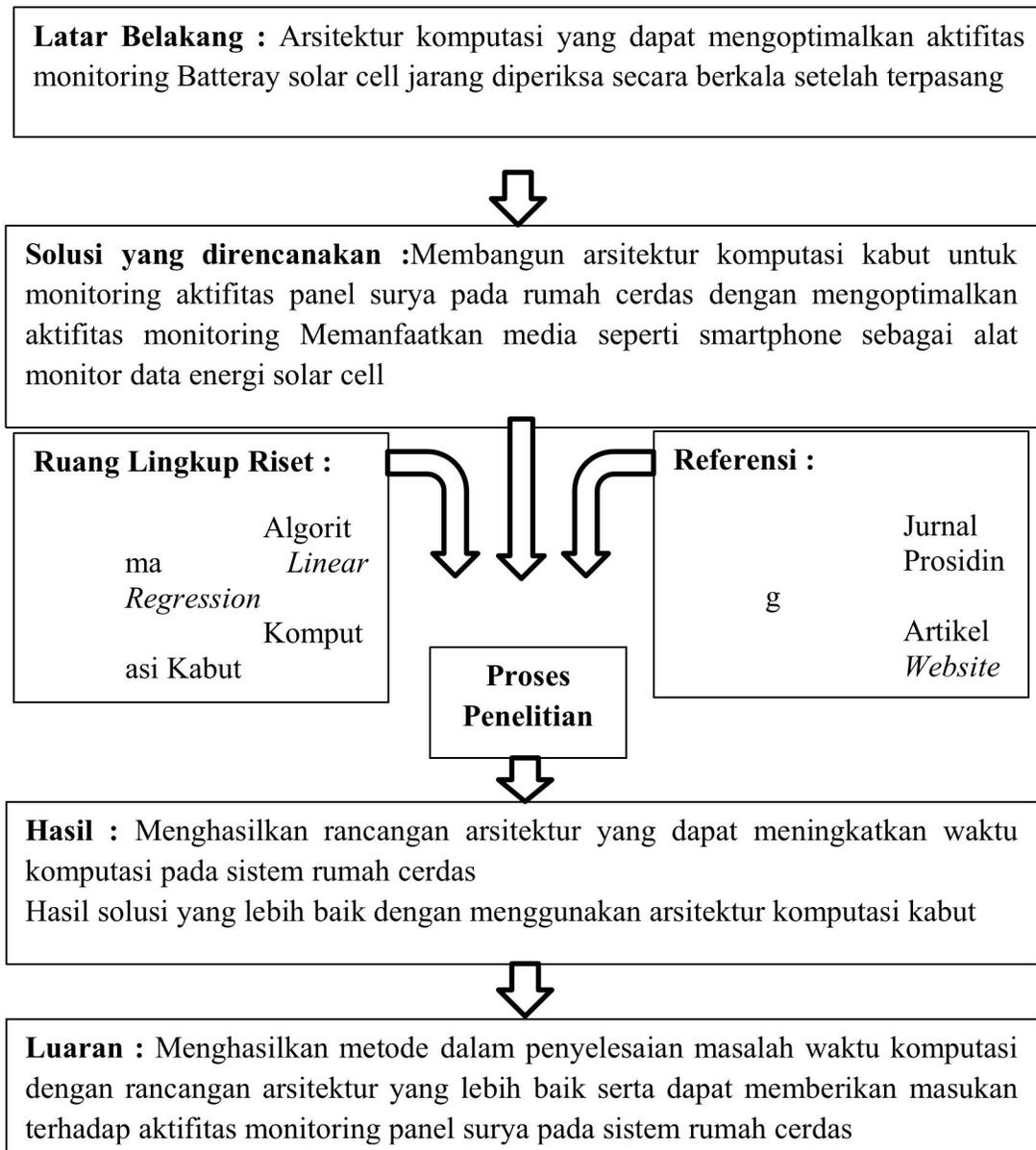
2.3 Target Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel dari *State of The Art*, target dari penelitian yang dilakukan adalah mampu membangun sebuah arsitektur komputasi yang dapat mengurangi beban pada sisi cloud, mempercepat transmisi data dengan mengurangi jeda waktu komunikasi antara server pusat data dengan aplikasi yang menampilkan data tersebut sehingga pengelolaan data dapat lebih baik berdasarkan hasil pengujian pada beberapa parameter.

Penelitian ini ditargetkan memiliki nilai-nilai parameter yang lebih baik dibandingkan penelitian terdahulu. Penelitian ini juga ditargetkan menghasilkan analisis performansi yang detail dan akurat sehingga mampu menjadi penelitian referensi dalam implementasi real dilapangan.

2.4 Kerangka Pikir

Kerangka pikir dapat dilihat pada gambar di bawah yang menjelaskan mengenai alur penelitian yang akan dilakukan



Gambar 3. Kerangka Pikir