



INTERNET Of THINGS



Mar'ah Nailul Faroh, S.Pd.I, M.Pd., **Safar Dwi Kurniawan**, M.Kom., **Dr. Dwi Prasetyo**, Dipl.Inf, S.Kom, M.Si., **Ida Afriliana**, ST, M.Kom., **Qirom**, S.Pd., M.T., **Ajang Sopandi**, S.Kom., M.Kom., **Novi Hendri Adi**, S.Pd., M.Pd.T., **Mas'ud Hermansyah**, S.S.T., M.Kom., **Nurohim**, S.S.T., M.Kom., **Ahmadi Irmansyah Lubis**, S.Kom., M.Kom., **Rometdo Muzawi**, M.Kom., CEH, CCNA., **Rais**, S.Pd., M.Kom., **Anton Prafanto**, S.Kom., M.T., **Muhammad Panji Muslim**, S.Pd., M.Kom.

Editor: **Dr. Fadhillah Sri Meutia., M.A.**

Internet of Things

Mar'ah Nailul Faroh, S.Pd.I, M.Pd., Safar Dwi kurniawan, S.Kom., M.Kom., Dr. Dwi Prasetyo, Dipl.Inf, S.Kom, M.Si., Ida Afriliana, ST, M.Kom., Qirom, S.Pd., M.T., Ajang Sopandi, S.Kom., M.Kom., Novi Hendri Adi Nurohim, S.ST., M.Kom., Nurohim, S.ST., M.Kom., Ahmadi Irmansyah Lubis, Rometdo Muzawi, M.Kom.,CEH.,CCNA., Rais, S.Pd., M.Kom., Anton Prafanto, Muhammad Panji Muslim, S.Pd., M.Kom.



Internet of Things

Copyright© PT Penamudamedia, 2023

Penulis:

Mar'ah Nailul Faroh, S.Pd.I, M.Pd., Safar Dwi kurniawan, M.Kom., Dr. Dwi Prasetyo, Dipl.Inf, S.Kom, M.Si., Ida Afriliana, ST, M.Kom., Qirom, S.Pd., M.T., Ajang Sopandi, S.Kom., M.Kom., Novi Hendri Adi, S.Pd., M.Pd.T., Mas'ud Hermansyah, S.ST., M.Kom., Nurohim, S.ST., M.Kom., Ahmadi Irmansyah Lubis, S.Kom., M.Kom., Rometdo Muzawi, M.Kom., CEH., CCNA., Rais, S.Pd., M.Kom., Anton Prafanto, S.Kom., M.T., Muhammad Panji Muslim, S.Pd., M.Kom.

Editor:

Dr. Fadhillah Sri Meutia, M.A

ISBN:

978-623-09-6318-6

Desain Sampul:

Tim PT Penamuda Media

Tata Letak:

Enbookdesign

Diterbitkan Oleh

PT Penamuda Media

Casa Sidoarium RT 03 Ngentak, Sidoarium Dodeam Sleman Yogyakarta

HP/Whatsapp : +6285700592256
Email : penamudamedia@gmail.com
Web : www.penamuda.com
Instagram : @penamudamedia

Cetakan Pertama, November 2023

xvi + 192, 15x23 cm

*Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin Penerbit*

KATA PENGANTAR

Selamat datang di era transformasi digital yang didukung oleh Internet of Things (IoT). Dalam buku ini, kita akan menelusuri perubahan mendasar yang terjadi di dunia, perubahan yang tidak hanya menggeser landasan tetapi juga menciptakan landasan baru. Kita akan memasuki dunia yang didukung oleh IoT, dunia yang memungkinkan landasan baru, dunia yang memungkinkan inovasi luar biasa dan mentransformasi industri kita. Internet of Things (IoT) telah merevolusi cara kita terhubung dan berinteraksi dengan dunia. Dari perangkat pintar, IoT mampu mengubah cara kita hidup. Dalam buku ini, kami memperkenalkan Anda pada dunia IoT dan membawa Anda pada perjalanan mendalam untuk memahami, menerapkan, dan merasakan dampaknya dalam kehidupan sehari-hari. Buku ini dimulai dengan menjelaskan dasar-dasar IoT, membantu Anda memahami bagaimana perangkat serta sensor yang terhubung bekerja sama untuk mengumpulkan dan mengirimkan data. Kami akan membawa Anda menelusuri Sejarah perkembangan IoT, dari awal secara sederhana hingga kompleksitasnya pada masa ini dan berbagai bidang penerapan IoT. Buku ini terdiri dari 14 bab yakni:

Bab I: Pemahaman Dasar Internet of Things

Bab I merupakan pembuka untuk memahami IoT dimulai pada awal IoT mulai melakukan sebuah revolusi tentang cara kita terhubung. IoT bukan lagi sekadar sebuah konsep; ini adalah

kenyataan yang mengubah cara kita terhubung, berinteraksi, dan berfungsi. Di sini, kita akan melihat bagaimana IoT telah berkembang dari sebuah ide menjadi kekuatan pendorong utama di balik transformasi dunia.

Bab 2: Cara kerjanya dan elemen-elemen yang membentuk Internet of Things

Setelah kita memahami dasar-dasarnya, kita akan mempelajari lebih dalam di bab 2 dengan menjelaskan cara kerja IoT dan faktor-faktor elemen yang menciptakannya. Sensor, perangkat, konektivitas, semuanya terungkap di sini, membantu Anda memahami bagaimana semua elemen ini berinteraksi untuk menciptakan ekosistem IoT yang kompleks.

Bab 3: Sejarah Perkembangan Internet of Things

Bab 3 akan membawa Anda pada perjalanan menelusuri sejarah IoT, menjelaskan asal-usulnya dan bagaimana IoT menjadi kekuatan yang harus diperhitungkan saat ini. Pemahaman historis ini akan membantu Anda menghubungkan titik-titik antara IoT di masa lalu, sekarang, dan masa depan. Karena kita tidak dapat memahami masa depan tanpa memahami masa lalu.

Bab 4: Area Penerapan Internet of Things

Di Bab 4, kita akan menjelajahi berbagai area berbeda yang telah diubah oleh IoT. Dari layanan kesehatan hingga manufaktur, pertanian hingga kota pintar, Anda akan belajar cara menerapkan IoT di berbagai sektor. Berikut panduan untuk memahami potensi besar dari teknologi ini.

Bab 5: Prinsip Internet of Things

Prinsip di balik IoT, seperti interoperabilitas, konektivitas, dan penginderaan, akan diungkapkan di Bab 5. Anda akan memahami konsep dasar yang memungkinkan IoT beroperasi dengan lancar.

Bab 6: Dampak Positif Internet of Things

Namun, ini bukan hanya tentang cara kerja IoT tetapi juga dampak positifnya. Bab 6 akan menjelaskan bagaimana IoT telah meningkatkan produktivitas, keamanan, kenyamanan, dan keberlanjutan dalam berbagai aspek kehidupan kita.

Bab 7: Dampak Negatif Internet of Things

Namun, seperti teknologi apa pun, IoT juga memiliki sisi negatif. Pada Bab 7, kita akan mengeksplorasi tantangan dan dampak negatif yang perlu dipertimbangkan ketika mengadopsi IoT.

Bab 8: Keterampilan untuk Pengembang Internet of Things

Bab 8 adalah panduan bagi mereka yang ingin memasuki dunia pengembangan IoT. Anda akan memahami keterampilan yang dibutuhkan untuk menjadi pengembang IoT yang sukses.

Bab 9: Model Internet of Things

Model bisnis terus berkembang dan Bab 9 akan menjelaskan bagaimana IoT memengaruhi model bisnis tradisional. Anda akan melihat bagaimana model bisnis berkembang untuk menghasilkan lebih dari sekedar produk.

Bab 10: Model Bisnis Internet of Things

Bab 10 menjelaskan model bisnis IoT yang sukses secara lebih rinci. Anda akan melihat bagaimana bisnis dapat menghasilkan pendapatan dan mengalahkan persaingan dengan mengintegrasikan IoT ke dalam strategi mereka.

Bab 11: Perangkat Internet of Things

Bab 11 berfokus pada perangkat fisik yang digunakan dalam IoT. Anda akan memahami berbagai jenis perangkat yang tersedia, mulai dari sensor hingga perangkat pintar, dan cara penggunaannya dalam penerapan IoT.

Bab 12: Menginstal Internet of Things

Setelah memahami perangkat, Anda akan mempelajari langkah-langkah praktis memasang dan mengonfigurasi perangkat IoT di Bab 12.

Bab 13: Langkah-langkah membuat tombol sensor

Bab 13 adalah panduan praktis untuk membuat node sensor. tombol sensor, langkah demi langkah. Anda akan mempelajari cara membuat perangkat IoT Anda sendiri.

Bab 14: Langkah-Langkah Membuat Middleware dengan Raspberry Pi

Terakhir, di Bab 14, kita akan mempelajari cara membuat middleware dengan Raspberry Pi. Anda akan memahami bagaimana komponen-komponen ini bertindak sebagai jembatan antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam ekosistem IoT.

Melalui buku ini, Anda akan siap memahami, menerapkan, dan merasakan dampak IoT dalam berbagai aspek kehidupan dan

bisnis. Kami harap Anda menikmati perjalanan Anda memasuki dunia IoT dan menemukan inspirasi untuk berpartisipasi dalam perubahan besar yang terjadi. Kata pengantar ini memberikan gambaran umum tentang isi buku “Internet of Things”, yang mencakup seluruh bab mulai dari dasar-dasar IoT hingga aplikasi praktis dan tutorialnya.

Selamat membaca dan menjelajahi The Internet of Things!

Dr. Fadhillah Sri Meutia, M.A

Editor

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	x
BAB 1 Pemahaman Dasar Internet Of Things.....	1
A. Pengertian Internet of Things (IoT)	1
B. Karakteristik Internet of Things (IoT)	5
C. Manfaat Internet of Things (IoT)	6
D. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Internet of Things (IoT)	7
BAB 2 Cara Kerja dan Unsur Pembentukan Internet of Things.....	10
A. Perangkat IoT.....	10
B. Pengumpulan Data	12
C. Komunikasi Data	14
D. Platform IoT.....	16
E. Interaksi Pengguna	17
F. Tindakan Otomatis	18
G. Keamanan.....	19
H. Jaringan dan Infrastruktur	20

BAB 3 Sejarah Perkembangan Internet of Things (IoT).....	23
A. Lahirnya IoT	26
B. Munculnya Istilah "Internet of Things"	30
C. Tahap Perkembangan Awal	32
D. Peran Perusahaan Teknologi Besar	32
E. Dampak di Berbagai Sektor	33
F. Tantangan dan Isu Keamanan	33
G. Masa Depan IoT	34
BAB 4 Bidang Penerapan Internet of Things.....	36
A. Implementasi IoT di beberapa Bidang	36
B. Manfaat dan Tren Teknologi IoT yakni:	37
C. Smart Farming	39
D. Smarthome	40
E. Kesehatan	40
F. Transportasi.....	42
G. Pabrikasi.....	47
H. Lingkungan.....	48
I. Perdagangan	49
BAB 5 Prinsip Internet of Things.....	52
A. Big Analog Data	52
B. Perpetual Connectivity.....	54
C. Really Real Time.....	56
D. The Spectrum of Insight.....	58

E. Immediacy Versus Depth	59
F. Shift Left	61
G. The Next V	63
BAB 6 Dampak Positif Internet Of Things	65
BAB 7 Dampak Negatif Internet Of Things	69
A. Masalah Keamanan.....	70
B. Risiko Privasi.....	72
C. Tantangan Manajemen Data	74
D. Masalah Interoperabilitas.....	76
E. Dampak Lingkungan.....	78
BAB 8 Skill Developer Internet Of Things	81
A. Pemrograman	81
B. Pemahaman Perangkat Keras (Hardware).....	87
C. Protokol Komunikasi	90
D. Manajemen dan Analisis Data	97
E. Desain UI/UX	99
F. IoT Security.....	101
BAB 9 Paradigma Internet of Things	104
A. Pengertian Paradigma Internet of Things.....	104
B. Aspek-aspek dalam Paradigma IoT.....	105
1. Keterhubungan	105
2. Pengumpulan Data	106
3. Pemantauan Real-Time	106

4. Automasi	106
5. Pengambilan Keputusan Cerdas.....	106
6. Efisiensi Energi	107
7. Manajemen Data Besar	107
8. Keamanan dan Privasi	107
C. Pengaruh/Dampak Paradigma IoT dalam berbagai sektor	108
a. Pemantauan dan Pengendalian Otomatis:.....	108
b. Prediksi Perawatan:.....	108
c. Efisiensi Energi:	109
d. Manajemen Rantai Pasokan:.....	109
e. Keselamatan Kerja:.....	109
f. Manajemen Kualitas:	109
g. Optimasi Produksi:	110
h. Kustomisasi Massal:.....	110
i. Analisis Data Besar (Big Data):	110
j. Interkoneksi:.....	110
a. Kendaraan Terhubung:.....	111
b. Navigasi Pintar:	111
c. Manajemen Armada:	111
d. Transportasi Publik yang Efisien:.....	111
e. Kendaraan Otonom:.....	112
f. Pemantauan Kualitas Udara:	112
g. Kendaraan Berbagi:	112
h. Keamanan Jalan Raya:	112

i. Penghematan Energi:.....	112
j. Sistem Parkir Pintar:	113
k. Logistik dan Manajemen Rantai Pasokan:	113
a. Perangkat Kesehatan Terhubung:	113
b. Telemedicine:	114
c. Pemantauan Pasien yang Terpusat:	114
d. Pemantauan Kualitas Udara di Rumah Sakit:.....	114
e. Obat Pintar:.....	114
f. Manajemen Inventaris Obat:	115
a. Pemantauan Hewan:.....	115
b. Pemantauan Lingkungan:.....	115
c. Automasi Pertanian:	115
d. Manajemen Inventaris dan Logistik:	116
e. Pemantauan Kualitas Hasil Panen:	116
BAB 10 Model Bisnis Internet of Things.....	117
A. Pemodelan Bisnis IoT.....	117
B. Platform Model Bisnis IoT	123
C. Contoh Studi Kasus	125
BAB 11 Perangkat Internet of Things.....	129
A. Apa itu Smarts Objects di IoT?.....	129
B. Perangkat Samsung Fit.....	133
C. Sensor	134
D. Suar Cerdas Bluetooth Energi Rendah (BLE)	135

E. Properti Perangkat IoT.....	135
F. Papan IoT Utama di Pasar	136
BAB 12 Instalasi Internet of Things	140
A. Pemilihan Perangkat IoT.....	141
B. Pemilihan Platform IoT.....	143
C. Pemasangan Perangkat Keras	144
D. Instalasi Perangkat Lunak	144
E. Koneksi ke Internet	146
F. Pengembangan Perangkat Lunak.....	147
G. Keamanan	149
H. Pengujian.....	150
I. Integrasi dengan Platform IoT	152
J. Pemantauan dan Pemeliharaan	152
K. Dokumentasi.....	153
BAB 13 Langkah Membangun Node Sensor.....	154
A. Apa itu Node Sensor?	154
B. Mengapa Node Sensor Penting?	155
C. Persiapan Awal.....	155
D. Mengetahui ESP32	157
E. Menghubungkan ESP32 dengan Komputer	158
F. Konfigurasi Sensor pada ESP32	161
G. Menghubungkan ke Platform Thingier.io	163
BAB 14 Langkah Membangun Middleware dengan Raspberry PI	167

A. Langkah - Langkah Membangun Middleware.....	169
DAFTAR PUSTAKA	174
TENTANG PENULIS	185

Pemahaman Dasar Internet Of Things

A. Pengertian Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton dalam salah satu presentasinya pada tahun 1999. Namun hingga kini belum ada sebuah konsensus global mengenai definisi Internet of Things (IoT). Secara umum konsep IoT diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet. IoT dalam berbagai bentuknya telah mulai diaplikasikan pada banyak aspek kehidupan manusia. Koneksi internet diperluas ke perangkat fisik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

IoT telah menciptakan peluang-peluang baru yang belum pernah dibayangkan sebelumnya. Ide untuk menghubungkan semua peralatan elektronik dan sensor-sensor ke komputasi awan membuat banyak peluang aplikasi baru seperti misalnya Industri 4.0, pelacakan aset, pemantauan energi listrik, keamanan publik terintegrasi, mobil-mobil yang

saling terhubung, dan lain sebagainya. 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 internet dalam kesehariannya. Pada masa ini, banyak hal dapat dilakukan melalui kegiatan remote atau jarak jauh dengan dukungan internet. Internet of Things (IoT) merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet (Keoh, Kumar, & Tschofenig, 2014). Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami Internet of Things seperti Intel, Microsoft, Oracle, dan banyak lainnya. Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh Internet of Things (IoT) adalah "*the next big thing*" di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Dengan IoT diharapkan miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi, frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, real-time dan layanan web. IoT sebenarnya cyber fisik sistem atau jaringan dari jaringan. Dengan jumlah besar hal/ benda dan sensor/ aktuator yang terhubung ke internet, besar-besaran dan dalam beberapa kasus aliran data real-time akan otomatis dihasilkan oleh hal-hal yang terhubung dan sensor.

Internet of Things merupakan gabungan dari 2 kata yaitu "*Internet*" dan "*Things*". Dimana "*Internet*" sendiri didefinisikan sebagai sebuah jaringan komputer yang menggunakan protocol-protokol internet (TCP/IP) yang digunakan

untuk berkomunikasi dan berbagi informasi dalam lingkup tertentu. Sedangkan ”*Things*” dapat diartikan sebagai objek-objek dari dunia fisik yang diambil melalui sensor-sensor yang kemudian dikirim melalui Internet. Namun, dari hasil objek yang telah dikirimkan masih memerlukan penyajian ulang yang diharapkan dapat lebih mudah dimengerti oleh stack holder. Untuk mempermudah model penyimpanan dan pertukaran informasi diperlukan adanya Teknologi Semantic. Oleh karena itu untuk mewujudkan Internet of Things (IoT) diperlukan 3 komponen pendukung yakni *Internet, Things dan Semantic*.

Berikut beberapa pendapat tentang Internet of Things (IoT), yaitu:

1. Arafat (2016) berpendapat bahwa Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.
2. Menurut Mudjanarko et al., (2017), Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep atau skenario dari objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.
3. Efendi (2018) berpendapat bahwa Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk mem-

perluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus (Efendi, 2018).

4. Internet of Things (IoT) menurut Rekomendasi ITU-T Y.2060 didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial, sementara itu jika ditinjau dari standarisasi secara teknik, IoT dapat digambarkan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi baik secara fisik dan virtual berdasarkan pada yang telah ada dan perkembangan informasi serta teknologi komunikasi atau ICT (Sukaridhoto, 2016).

Dari beberapa pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep atau gagasan dari suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data, dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu yang menggunakan jaringan internet sebagai penghubung tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer dengan tujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus.

Untuk membuat suatu ekosistem IoT, kita tidak hanya memerlukan perangkat-perangkat yang pintar, melainkan juga berbagai unsur pendukung lain di dalamnya yaitu kecerdasan buatan, sensor dan konektivitas. Ketiga hal ini menjadi unsur pembentuk Internet of Things (IoT). Saat ini teknologi IoT lebih dikenal dengan produk yang berhubungan dengan konsep “rumah pintar” atau smart home,

seperti sistem keamanan rumah dengan menggunakan kamera yang terkoneksi dengan internet.

B. Karakteristik Internet of Things (IoT)

1. Kecerdasan

Kecerdasan intelegensi dan kontrol otomatisasi merupakan bagian dari konsep asli Internet of Things . Namun, masih perlu dilakukan riset yang lebih mendalam lagi di dalam penelitian konsep Internet of Things dan kontrol otomatisasi agar pada masa depan Internet of Things akan menjadi jaringan yang terbuka dan semua perintah dilakukan secara auto-terorganisir atau cerdas.

2. Arsitektur

Arsitektur terdiri atas beberapa jaringan dan sistem yang kompleks serta sekuriti yang sangat ketat, jika ketiga unsur tersebut dapat dicapai, maka kontrol otomatisasi di dalam Internet of Things (IoT) dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

3. Faktor Ukuran, Waktu dan Ruang

Dalam melakukan pengembangan IoT faktor Waktu yang biasanya menjadi kendala. Biasanya dibutuhkan waktu yang lama karena menyusun sebuah jaringan kompleks di dalam IoT tidaklah mudah dan tidak dapat dilakukan oleh sembarang orang.

C. Manfaat Internet of Things (IoT)

Adapun manfaat Internet of Things (IoT), diantaranya yaitu:

1. Konektivitas

Internet of Things (IoT) dapat memudahkan dalam proses konektivitas antar perangkat atau mesin. Semakin baik koneksi antar jaringan, maka sistem perangkat dapat berjalan dengan lebih cepat dan fleksibel.

2. Efisiensi

Semakin banyak konektivitas jaringan yang terbentuk, maka semakin sedikit pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan atau menyelesaikan tugas, sehingga aktivitas dan kinerja manusia menjadi lebih terbantu dengan adanya IoT.

3. Meningkatkan efektivitas monitoring kegiatan

Dengan menggunakan internet of things, efektivitas untuk mengontrol dan monitoring sebuah pekerjaan menjadi lebih mudah, serta mampu memberikan rekomendasi atau alternatif pekerjaan yang lebih mudah bagi pengguna.

4. Kenyamanan

Dengan adanya peralatan pintar (Smart devices) yang memanfaatkan perangkat IoT, akan memberikan kenyamanan bagi penggunaannya karena dapat menghemat waktu dan membuat hidup menjadi lebih mudah.

5. Kesehatan

Internet Of Things (IoT) dapat dimanfaatkan untuk memantau kesehatan. Contoh penggunaan Skala Withings yang dapat merekam komposisi berat dan tubuh Anda, memberikan saran, dan menghargai kemajuan menuju tujuan penurunan berat badan.

6. Konservasi

Selanjutnya ada manfaat atau fungsi untuk konservasi. Di negara maju, smart city atau kota pintar kini juga meningkat, dan developers atau pengembang IoT juga selalu mencari cara terbaru untuk menggunakan IoT dalam memantau kondisi kota, seperti lalu lintas, kualitas udara, penggunaan listrik atau air, dan faktor lingkungan lainnya. IoT dapat membantu perencana kota dan juga penduduk untuk menemukan solusi untuk masalah saat ini dan menghemat sumber daya.

7. Personalisasi

Ketika perangkat IoT kita mengumpulkan lebih banyak data dari kita, mereka akan cepat mempelajari rasa suka serta tidak suka kita dan menyesuaikan layanan mereka dengan preferensi kita.

D. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Internet of Things (IoT)

Adapun kelebihan Internet of Things (IoT) diantaranya yaitu: (1) memiliki kemampuan untuk mengakses informasi dari mana saja dan kapan saja di perangkat apapun (2) meningkatkan komunikasi antara perangkat elektronik yang terhubung (3) dapat menghemat waktu dan biaya dalam

mentransfer paket data melalui jaringan yang terhubung (4) Mengotomatiskan tugas yang akan membantu meningkatkan kualitas layanan bisnis dan mengurangi kebutuhan akan intervensi manusia (5) dengan bantuan sistem komputer yang telah diprogram sebelumnya untuk mengolah informasi tertentu dan melakukan tindakan sesuai yang telah diprogramkan maka proses analisa dan pengambilan keputusan berdasar data yang besar akan sangat cepat (6) semakin banyak informasi yang diperoleh, semakin mudah untuk menentukan tindakan yang tepat perdasar data yang ada. Dengan bantuan komputer dan algoritma program kita tidak perlu mengecek data dan mensortir satu per satu, biarkan mesin yang melakukannya sesuai algoritma yang kita inginkan, selain cepat juga sangat akurat (7) Tracking dalam sistem inventory dengan bantuan komputer akan sangat mudah untuk mengecek persediaan, lokasi dan kualitas barang sehingga memudahkan kita untuk melakukan pengelolaan sehingga tidak ada kasus kehabisan barang karena lalai dalam pengecekan secara manual.

Sedangkan kekurangan Internet of Things (IoT) diantaranya yaitu: (1) dengan meningkatnya jumlah perangkat yang terhubung dan lebih banyak informasi yang dibagikan di antara perangkat, potensi orang yang dapat mencuri informasi rahasia oleh hacker atau peretas pun juga meningkat. (2) Perusahaan pada akhirnya mungkin harus berurusan dengan sejumlah besar atau mungkin bahkan jutaan perangkat IoT. Dalam mengumpulkan serta mengelola data dari semua perangkat itu akan menjadi tantangan. (3) Jika ada bug atau error dalam sistemnya, kemungkinan setiap perangkat yang terhubung akan rusak. (4) Karena tidak ada standar kompatibilitas internasional untuk IoT (Internet of

Things), perangkat dari produsen yang berbeda dalam berkomunikasi satu sama lain bisa menjadi sulit.

Cara Kerja dan Unsur Pembentukan Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang mengubah cara perangkat fisik berkomunikasi, berinteraksi, dan berkontribusi dalam dunia yang semakin terhubung secara digital. IoT memungkinkan objek di sekitar kita, mulai dari perangkat rumah tangga hingga kendaraan dan infrastruktur perkotaan, untuk terhubung ke internet, mengumpulkan data, dan bertindak berdasarkan data tersebut. Dalam artikel ini, kita akan menjelaskan cara kerja IoT secara rinci dan bagaimana IoT mengubah cara kita hidup dan bekerja.

A. Perangkat IoT

Cara kerja IoT dimulai dengan perangkat fisik yang disebut "perangkat IoT." Ini bisa berupa berbagai jenis perangkat, termasuk sensor, kamera, kendaraan terhubung, dan perangkat pintar lainnya. Setiap perangkat ini memiliki beberapa elemen penting:

1. Sensor dan Komponen Elektronik

Setiap perangkat IoT dilengkapi dengan sensor dan komponen elektronik yang memungkinkannya untuk

mengukur atau mendeteksi lingkungan sekitarnya. Sensor-sensor ini dapat mencakup:

- a. Sensor Suhu: Untuk mengukur suhu di sekitar perangkat.
- b. Sensor Kelembaban: Untuk mengukur tingkat kelembaban udara.
- c. Sensor Cahaya: Untuk mendeteksi intensitas cahaya.
- d. Sensor Gerak: Untuk mendeteksi gerakan atau aktivitas.
- e. Sensor Tekanan: Untuk mengukur tekanan atmosfer.
- f. Sensor Gas: Untuk mendeteksi keberadaan gas tertentu.
- g. Sensor Suara: Untuk mendengarkan suara atau suara di sekitar.

Selain sensor-sensor ini, perangkat IoT juga dilengkapi dengan komponen elektronik seperti mikrokontroler, mikroprosesor, dan perangkat keras khusus lainnya yang memungkinkan mereka untuk berfungsi.

2. Konektivitas

Agar dapat berpartisipasi dalam ekosistem IoT, perangkat IoT harus terhubung ke internet atau jaringan lokal. Ini memungkinkan mereka untuk mengirim dan menerima data, berkomunikasi dengan perangkat lain, dan mendapatkan perintah dari platform IoT. Ada beberapa teknologi konektivitas yang dapat digunakan dalam IoT, termasuk:

- a. Wi-Fi: Koneksi nirkabel ke jaringan lokal atau internet.
- b. Bluetooth: Koneksi nirkabel singkat jarak yang digunakan untuk menghubungkan perangkat ke perangkat lain.
- c. Zigbee: Protokol komunikasi nirkabel yang sering digunakan dalam jaringan rumah pintar.
- d. LoRa (Long Range): Teknologi yang memungkinkan komunikasi jarak jauh di dalam jaringan IoT.
- e. Jaringan Seluler: Koneksi melalui jaringan seluler (2G, 3G, 4G, 5G) untuk perangkat yang bergerak atau berlokasi di luar rumah.

Pilihan konektivitas tergantung pada kebutuhan spesifik perangkat IoT, seperti jarak, daya baterai, dan biaya.

B. Pengumpulan Data

Setelah perangkat IoT terhubung dan beroperasi, langkah selanjutnya adalah pengumpulan data. Perangkat IoT mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya menggunakan sensor mereka. Ini termasuk pengukuran suhu, kelembaban, tekanan, cahaya, suara, dan parameter lainnya yang relevan dengan tugas perangkat.

1. Sensor Data

Sensor pada perangkat IoT menghasilkan data berupa sinyal elektronik. Data ini mencerminkan kondisi atau perubahan dalam lingkungan fisik di sekitar perangkat. Misalnya, sensor suhu akan menghasilkan

data berupa suhu saat ini, sensor kelembaban akan menghasilkan data berupa kelembaban saat ini, dan seterusnya. Perangkat IoT ini dapat mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya menggunakan sensor-sensor yang ada. Contohnya:

- a. Sensor Suhu: Mengukur suhu dalam suatu ruangan.
- b. Sensor Kelembaban: Mengukur tingkat kelembaban udara.
- c. Sensor Gerak: Mendeteksi gerakan manusia atau objek di sekitarnya.
- d. Sensor Tekanan: Mengukur perubahan tekanan atmosfer.
- e. Sensor GPS: Menyediakan lokasi geografis perangkat.

Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT berupa informasi digital yang mencerminkan kondisi lingkungan saat ini.

2. Kualitas Data

Kualitas data sangat penting dalam IoT. Data yang akurat dan dapat diandalkan merupakan fondasi dari analisis yang akurat dan pengambilan keputusan yang baik. Oleh karena itu, perangkat IoT harus dirancang dengan baik dan dikalibrasi secara tepat untuk memastikan kualitas data yang tinggi.

3. Pengiriman Data

Setelah data dikumpulkan oleh perangkat IoT, data tersebut harus dikirimkan ke suatu tempat yang dapat mengolahnya. Ini melibatkan komunikasi data dari

perangkat ke platform IoT atau pusat data yang lebih besar. Pengiriman data ini dapat dilakukan secara berkala atau dalam waktu nyata, tergantung pada kebutuhan aplikasi.

C. Komunikasi Data

Setelah data dikumpulkan oleh perangkat IoT, data tersebut harus dikirimkan ke suatu tempat yang dapat mengolahnya dan mengambil tindakan berdasarkan data tersebut. Ini melibatkan beberapa langkah:

1. Koneksi ke Platform IoT

Perangkat IoT harus terhubung ke platform IoT yang dapat mengelola data mereka. Platform IoT adalah pusat kontrol di mana data akan dikirimkan dan diolah. Platform ini dapat berupa pusat data perusahaan, cloud computing, atau server lokal yang didedikasikan untuk mengelola data IoT.

2. Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi adalah aturan yang mengatur cara perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain dan dengan platform IoT. Ada banyak protokol komunikasi yang digunakan dalam IoT, seperti MQTT, CoAP, HTTP, dan lainnya. Pemilihan protokol tergantung pada kebutuhan spesifik aplikasi dan tingkat keamanan yang dibutuhkan. Untuk mengirim data dari perangkat IoT ke platform, diperlukan protokol komunikasi yang sesuai. Beberapa protokol komunikasi umum yang digunakan dalam IoT meliputi:

- a. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): Protokol ringan yang efisien untuk mentransmisikan data dalam bentuk pesan.
- b. HTTP (Hypertext Transfer Protocol): Protokol standar untuk berkomunikasi di web.
- c. CoAP (Constrained Application Protocol): Protokol yang dirancang khusus untuk perangkat dengan sumber daya terbatas.

Protokol ini memastikan data dapat dikirimkan dengan aman dan efisien.

3. Koneksi Jaringan

Perangkat IoT harus terhubung ke jaringan untuk dapat berkomunikasi. Ini bisa melibatkan koneksi Wi-Fi, Bluetooth, jaringan seluler, atau teknologi konektivitas lainnya. Kualitas dan keandalan koneksi jaringan sangat penting untuk memastikan pengiriman data yang berhasil.

4. Keamanan Komunikasi

Keamanan komunikasi adalah aspek kunci dalam IoT. Data yang dikirim antara perangkat IoT dan platform harus dienkripsi untuk melindungi data dari pengintai atau penyerang yang mencoba mencurinya selama proses pengiriman. Protokol keamanan seperti TLS (Transport Layer Security) sering digunakan untuk memastikan keamanan komunikasi.

5. Pengiriman Data

Setelah data dikemas sesuai dengan protokol yang sesuai, data tersebut dikirimkan melalui konektivitas

yang telah ditetapkan ke platform IoT. Ini dapat dilakukan secara berkala atau saat data mencapai batas tertentu yang telah ditetapkan.

D. Platform IoT

Platform IoT adalah komponen sentral dalam ekosistem IoT. Ini adalah perangkat lunak atau infrastruktur yang mengelola data, menganalisis data, dan memfasilitasi komunikasi antara perangkat IoT. Beberapa fungsi utama platform IoT meliputi:

1. Penerimaan dan Penyimpanan Data

Platform IoT harus mampu menerima data dari berbagai perangkat IoT dan menyimpannya dalam basis data atau penyimpanan yang sesuai. Data ini kemudian dapat diakses dan dianalisis.

2. Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT seringkali memerlukan pengolahan. Ini mencakup identifikasi pola, prediksi, deteksi anomali, dan pengambilan keputusan otomatis berdasarkan data. Algoritma kecerdasan buatan (AI) dan analisis data digunakan untuk menggali informasi berharga dari data ini.

3. Antarmuka Pengguna

Platform IoT sering menyediakan antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna untuk mengakses data, mengontrol perangkat IoT, dan mengelola konfigurasi. Antarmuka ini dapat berupa aplikasi mobile, situs

web, perintah suara, atau antarmuka lain yang memungkinkan interaksi manusia dengan sistem IoT.

4. Pengambilan Tindakan Otomatis

Berdasarkan hasil analisis data dan aturan yang telah ditetapkan, platform IoT dapat mengirim perintah kembali ke perangkat IoT untuk mengambil tindakan otomatis. Contohnya termasuk mengubah suhu dalam ruangan berdasarkan preferensi penghuni atau mengirimkan peringatan ke pengguna jika terdeteksi aktivitas mencurigakan.

5. Keamanan

Keamanan adalah aspek yang sangat penting dalam platform IoT. Ini mencakup enkripsi data, autentikasi, otorisasi, firewall, dan langkah-langkah keamanan lainnya untuk melindungi data dan sistem dari serangan siber dan ancaman keamanan lainnya.

E. Interaksi Pengguna

Dalam banyak kasus, pengguna berinteraksi dengan perangkat IoT melalui antarmuka pengguna yang disediakan oleh platform IoT. Antarmuka pengguna ini dapat berupa aplikasi mobile, situs web, perintah suara, atau antarmuka lainnya yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat IoT, melihat data, atau menerima pemberitahuan. Contoh interaksi pengguna meliputi:

1. **Aplikasi Mobile:** Pengguna dapat mengunduh aplikasi khusus pada perangkat seluler mereka untuk mengendalikan perangkat IoT dan melihat data secara real-time.

2. **Situs Web:** Pengguna dapat mengakses platform IoT melalui browser web pada perangkat mereka untuk mengelola perangkat IoT dan mengakses data.
3. **Perintah Suara:** Pengguna dapat memberikan perintah suara melalui asisten virtual seperti Amazon Alexa atau Google Assistant untuk mengendalikan perangkat IoT.
4. **Antarmuka Teks:** Pengguna dapat berinteraksi dengan perangkat IoT menggunakan pesan teks, obrolan daring, atau aplikasi pesan instan.
5. **Antarmuka Grafis:** Data yang dikumpulkan dapat ditampilkan dalam bentuk grafis, seperti grafik, diagram, atau peta, untuk memvisualisasikan informasi.

F. Tindakan Otomatis

Pengambilan tindakan otomatis adalah salah satu manfaat utama dari IoT. Berdasarkan data yang dikumpulkan dan hasil analisis, perangkat IoT dapat mengambil tindakan tanpa campur tangan manusia. Beberapa contoh tindakan otomatis dalam IoT meliputi:

1. **Kontrol Suhu:** Perangkat HVAC (pemanas, ventilasi, dan pendingin udara) dapat mengatur suhu ruangan secara otomatis berdasarkan preferensi penghuni dan data suhu saat ini.
2. **Optimasi Energi:** Perangkat rumah pintar dapat mengoptimalkan penggunaan energi berdasarkan data konsumsi energi dan tarif listrik saat ini.
3. **Pemeliharaan Prediktif:** Perangkat industri dapat menggunakan data kinerja untuk memprediksi kapan

peralatan memerlukan pemeliharaan, menghindari downtime yang tidak terduga.

4. Pengaturan Lalu Lintas: Sistem transportasi cerdas dapat mengoptimalkan lalu lintas berdasarkan data lalu lintas dan informasi dari kendaraan terhubung.

Tindakan otomatis ini meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam berbagai aplikasi IoT.

G. Keamanan

Keamanan adalah aspek yang sangat penting dalam IoT. Data yang dikumpulkan dan dikirimkan oleh perangkat IoT seringkali sensitif dan harus dilindungi dari ancaman keamanan. Beberapa langkah keamanan yang diperlukan dalam IoT meliputi:

1. Enkripsi Data: Data yang dikirim antara perangkat IoT dan platform harus dienkripsi untuk melindungi data dari pengintai atau penyerang yang mencoba mencurinya selama proses pengiriman.
2. Autentikasi: Perangkat IoT dan pengguna harus melewati proses autentikasi yang kuat sebelum diizinkan mengakses sistem atau data.
3. Otorisasi: Setelah berhasil diotentikasi, perangkat dan pengguna harus diberikan hak akses yang sesuai.
4. Firewall dan Segregasi Jaringan: Jaringan IoT harus dilindungi oleh firewall yang kuat untuk mencegah akses yang tidak sah. Jaringan IoT juga harus dipisahkan dari jaringan yang lebih sensitif.

5. **Pemutakhiran Perangkat Lunak:** Perangkat IoT harus menerima pemutakhiran perangkat lunak secara berkala untuk mengatasi kerentanannya.
6. **Monitoring dan Deteksi Intrusi:** Sistem IoT harus dilengkapi dengan mekanisme pemantauan dan deteksi intrusi yang dapat mendeteksi aktivitas yang mencurigakan.
7. **Manajemen Kunci:** Manajemen kunci yang kuat harus diterapkan untuk mengelola kunci enkripsi.
8. **Perlindungan Fisik:** Perlindungan fisik perangkat IoT juga penting untuk mencegah akses fisik yang tidak sah.

H. Jaringan dan Infrastruktur

Infrastruktur jaringan adalah dasar yang mendukung konektivitas dan aliran data antara perangkat IoT, sistem pemrosesan data, dan pengguna. Infrastruktur ini mencakup perangkat keras jaringan, router, switch, dan infrastruktur komunikasi lainnya. Beberapa aspek penting terkait dengan infrastruktur jaringan dalam IoT mencakup:

1. **Perangkat Koneksi:** Perangkat IoT dapat terhubung ke internet melalui berbagai teknologi seperti Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, jaringan seluler, dan lainnya.
2. **Router dan Switch:** Router dan switch adalah perangkat keras jaringan yang penting untuk mengatur lalu lintas data dan menghubungkan perangkat IoT ke internet atau ke jaringan lokal (LAN).
3. **Protokol Komunikasi:** Protokol komunikasi mengatur cara perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain dan

dengan sistem pemrosesan data. Beberapa protokol umum dalam IoT termasuk MQTT, CoAP, HTTP, dan banyak lagi.

4. **Kapasitas Jaringan:** Kapasitas jaringan harus diperhitungkan untuk menangani jumlah perangkat IoT dan volume data yang dikirimkan dan diterima.
5. **Latensi:** Latensi (waktu yang dibutuhkan untuk data bergerak dari satu titik ke titik lain) harus dipertimbangkan, terutama dalam aplikasi real-time seperti kendaraan terhubung atau kontrol industri.
6. **Ketahanan Jaringan:** Infrastruktur jaringan harus tahan terhadap gangguan, kegagalan perangkat, atau serangan siber.
7. **Scalability:** Kemampuan untuk menambahkan perangkat IoT lebih lanjut ke jaringan dengan mudah harus dipertimbangkan, terutama jika proyek IoT diperluas di masa depan.
8. **Keamanan Jaringan:** Perlindungan data yang dikirim melalui jaringan, enkripsi, firewall, dan tindakan keamanan lainnya harus diimplementasikan dengan baik.
9. **Manajemen dan Pemeliharaan**
10. **Manajemen dan pemeliharaan yang baik adalah kunci keberhasilan proyek IoT. Ini mencakup:**
11. **Pemutakhiran Perangkat Lunak:** Perangkat IoT perlu diperbarui secara berkala untuk mengatasi kerentanannya dan memperbaiki masalah perangkat lunak.

12. **Manajemen Baterai:** Untuk perangkat bergerak atau nirkabel, manajemen baterai yang efisien diperlukan untuk memperpanjang masa pakai baterai.
13. **Pemantauan Kinerja:** Pemantauan kinerja perangkat IoT dan infrastruktur jaringan adalah penting untuk mendeteksi masalah dan memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik.
14. **Pengelolaan Perangkat IoT:** Perangkat IoT perlu dikelola secara efisien, termasuk pemantauan status dan pemutakhiran.

IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia di sekitar kita. Dengan menghubungkan perangkat fisik ke internet, mengumpulkan data, dan memungkinkan pengambilan tindakan otomatis, IoT telah membawa efisiensi, kenyamanan, dan inovasi dalam berbagai sektor seperti rumah pintar, transportasi, kesehatan, dan manufaktur. Namun, dengan manfaatnya juga muncul tantangan, termasuk masalah keamanan dan privasi yang harus diatasi dengan cermat. Melalui perkembangan teknologi dan praktik keamanan yang baik, IoT akan terus mengubah dunia kita menuju masa depan yang semakin terhubung dan cerdas.

Sejarah Perkembangan Internet of Things (IoT)

Pada awal tahun 1980-an, dunia masih terpesona dengan kemungkinan yang ditawarkan oleh komputer pribadi. Meskipun saat itu komputer pribadi masih jauh dari kemampuan dan ukuran yang kita kenal hari ini, impian besar mulai muncul di antara sekelompok ilmuwan dan insinyur yang berpikir jauh ke depan. Mereka membayangkan sebuah dunia yang jauh lebih besar daripada layar besar CRT dan perangkat keras yang berat yang saat itu ada. Impian itu adalah tentang dunia di mana objek-objek sehari-hari bisa terhubung ke internet dan berkomunikasi satu sama lain. Inilah awal dari apa yang kemudian dikenal sebagai Internet of Things (IoT).

Pada era 1980-an, komputer pribadi masih merupakan barang mewah yang hanya dapat diakses oleh sebagian kecil masyarakat. Mereka digunakan terutama untuk tugas-tugas seperti pemrosesan kata dan pengolahan data, dan ide untuk menghubungkan perangkat sehari-hari seperti lemari es, lampu, atau mobil ke internet tampaknya masih jauh dari kenyataan. Namun, di balik layar besar CRT dan perangkat keras berat tersebut, terdapat kelompok ilmuwan dan insinyur yang percaya

bahwa masa depan teknologi akan membawa kita ke arah yang jauh lebih maju.

Visi ini, yang pada saat itu mungkin terdengar seperti sesuatu dari fiksi ilmiah, mencakup impian tentang rumah pintar yang dapat mengontrol pencahayaan dan suhu secara otomatis. Ini adalah gagasan tentang kendaraan yang dapat berkomunikasi dengan jalan raya dan sesama kendaraan, sehingga meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi. Ini adalah pandangan tentang perangkat medis yang dapat memantau kesehatan kita secara real-time, memberikan peringatan dini jika terjadi masalah, dan bahkan mengirimkan data ke dokter untuk evaluasi.

Pada masa itu, mungkin sulit dipercaya bahwa satu hari nanti kita akan dapat menghubungkan hampir semua aspek hidup kita ke internet. Tetapi inilah yang kemudian terjadi. Revolusi besar dalam teknologi dan komunikasi telah memungkinkan realisasi impian ini. Konsep Internet of Things (IoT) telah menjadi kenyataan yang memengaruhi berbagai aspek kehidupan kita.

Salah satu contoh penerapan IoT yang paling umum dan terlihat adalah di rumah pintar. Kini, kita dapat mengontrol pencahayaan, suhu, keamanan, dan bahkan perangkat elektronik di rumah kita melalui smartphone atau perangkat pintar lainnya yang terhubung ke internet. Kita dapat memprogram oven agar mulai memasak makanan ketika kita dalam perjalanan pulang, atau mengaktifkan lampu dan mematikannya ketika kita tidak berada di rumah, memberikan ilusi bahwa rumah kita selalu dihuni. Semua ini adalah contoh konkret dari bagaimana IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan lingkungan sehari-hari kita.

Dalam industri, IoT juga telah membawa perubahan besar. Misalnya, di sektor transportasi, kita melihat mobil yang semakin cerdas, dengan kemampuan untuk menghindari kecelakaan, mengemudi sendiri, dan bahkan berkomunikasi dengan mobil lain di jalan. Di sektor kesehatan, alat-alat medis yang terhubung ke internet memungkinkan pemantauan pasien yang lebih baik, pengumpulan data kesehatan yang akurat, dan diagnosis yang lebih cepat.

Selain manfaat langsung yang kita nikmati dari IoT, ada juga implikasi besar dalam hal pengumpulan dan analisis data. Dengan miliaran perangkat terhubung yang menghasilkan data secara terus-menerus, kita sekarang memiliki akses ke volume data yang belum pernah terjadi sebelumnya. Data ini dapat digunakan untuk menganalisis tren, memprediksi kejadian masa depan, dan memberikan wawasan yang berharga dalam berbagai bidang, mulai dari bisnis hingga ilmu pengetahuan.

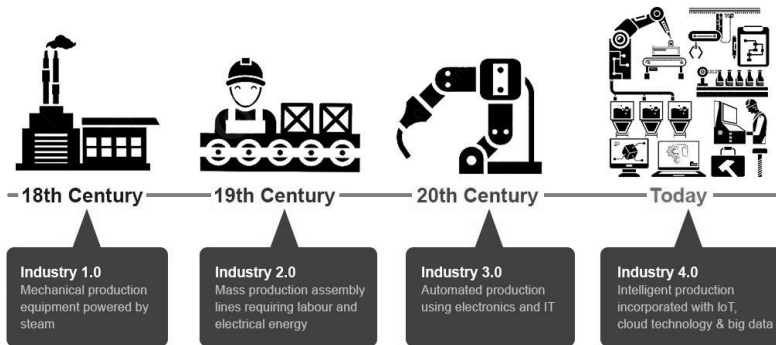
Namun, dengan segala potensi dan manfaatnya, IoT juga membawa tantangan yang signifikan. Keamanan data menjadi perhatian utama, karena semakin banyak data sensitif yang dikumpulkan dan dikirimkan melalui jaringan. Perlindungan privasi juga menjadi isu penting, karena IoT dapat mengumpulkan informasi pribadi tanpa sepengetahuan atau persetujuan yang cukup dari individu.

Selain itu, ada masalah terkait dengan interoperabilitas, standar, dan skalabilitas. Dengan banyaknya perangkat yang berbeda dan produsen yang beroperasi di ekosistem IoT, penting untuk memiliki standar yang jelas dan interoperabilitas yang baik agar perangkat dapat bekerja bersama dengan baik.

Meskipun tantangan ini, perkembangan IoT terus berlanjut dengan cepat. Kita melihat inovasi yang tak terhitung jumlahnya

dalam aplikasi IoT, dari pertanian pintar hingga kota pintar, dan bahkan jaringan IoT yang mendukung teknologi baru seperti kendaraan otonom dan realitas virtual.

Dengan demikian, Internet of Things (IoT) adalah salah satu tonggak besar dalam evolusi teknologi informasi. Dari masa awalnya yang hanya sebatas mimpi, IoT telah berkembang menjadi realitas yang merubah cara kita berinteraksi dengan dunia di sekitar kita, memberikan kemampuan baru, tantangan, dan peluang yang harus kita navigasi dengan bijak dalam era digital yang terus berkembang.



Gambar 1. Perkembangan Internet of Things (IoT)

A. Lahirnya IoT

Awal 1980-an: Perjalanan sejarah Internet of Things (IoT) dimulai pada awal tahun 1980-an, ketika teknologi komputer pribadi baru mulai berkembang dan kemungkinannya dijelajahi. Salah satu momen awal yang mencatat dalam sejarah IoT adalah ketika seorang insinyur bernama John Romkey berhasil menghubungkan mesin Coca-Cola ke internet pada tahun 1982. Ini adalah percobaan pionir yang

menggambarkan potensi besar dari menghubungkan objek fisik ke dunia digital.

Pada percobaan tersebut, Romkey menggunakan komputer DEC PDP-11 yang terhubung ke mesin Coca-Cola. Mesin ini kemudian dapat dikontrol melalui jaringan ARPANET yang primitif, yang pada saat itu merupakan prekursor dari apa yang sekarang kita kenal sebagai internet. Ini adalah langkah pertama menuju menghubungkan perangkat fisik ke jaringan global, yang kemudian akan menjadi dasar dari konsep Internet of Things.

Pertengahan 1980-an: Meskipun ide-ide tentang menghubungkan perangkat ke internet telah muncul, IoT masih dalam tahap eksperimental pada pertengahan tahun 1980-an. Mesin-mesin seperti mesin kopi dan lampu lalu lintas dihubungkan ke internet dalam percobaan-pencobaan yang menunjukkan potensi besar. Namun, pada saat itu, teknologi ini masih jauh dari menjadi konsep yang siap digunakan secara komersial.

Kendala utama pada masa itu adalah keterbatasan perangkat keras dan infrastruktur jaringan. Komputer pada tahun 1980-an jauh lebih besar dan kurang terjangkau dibandingkan dengan perangkat modern, sehingga menghubungkan banyak perangkat menjadi tugas yang mahal dan rumit. Selain itu, internet sendiri masih dalam tahap perkembangan awal, dengan kecepatan dan ketersediaan yang jauh dari apa yang kita nikmati saat ini.

Meskipun begitu, semangat untuk menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital telah ditanamkan. Para ilmuwan dan insinyur pada saat itu memahami potensi besar yang mungkin terbuka dengan mengintegrasikan perangkat

fisik ke dalam jaringan komputer. Mereka memahami bahwa ini bisa mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia sekitar kita.

Pada tahun-tahun berikutnya, perkembangan teknologi komputer dan jaringan internet melaju dengan pesat. Komputer menjadi lebih kecil, lebih terjangkau, dan lebih kuat. Jaringan internet berkembang menjadi infrastruktur global yang sangat kuat dan luas. Semua ini membuka jalan bagi perkembangan lebih lanjut dari IoT.

1990-an: Selama tahun 1990-an, perkembangan teknologi semakin memperkuat visi Internet of Things. Miniaturisasi elektronik memungkinkan pembuatan perangkat kecil dan terhubung, yang dapat ditempatkan di berbagai tempat untuk berkomunikasi melalui jaringan.

Salah satu perkembangan penting pada masa itu adalah pengenalan Radio Frequency Identification (RFID), yang memungkinkan objek untuk dilacak dan diidentifikasi secara unik melalui sinyal radio. Teknologi ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk manajemen rantai pasokan dan pengelolaan inventaris.

2000-an: Pada awal abad ke-21, Internet of Things mulai menjadi istilah yang lebih dikenal dan mendapatkan perhatian lebih luas. Kemajuan dalam sensor, konektivitas nirkabel, dan pemrosesan data membuat IoT semakin mudah diimplementasikan.

Industri otomotif menjadi salah satu pengguna pertama yang mengadopsi IoT secara luas. Mobil mulai dilengkapi dengan sistem navigasi berbasis GPS, perangkat telepon seluler terhubung ke kendaraan, dan sistem diagnosa

kendaraan menjadi lebih canggih. Ini adalah langkah penting menuju mobil pintar dan mobil otonom yang kita lihat sekarang.

Selain itu, konsep rumah pintar juga mulai berkembang. Perangkat seperti termostat cerdas dan lampu terhubung menjadi populer. Ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat di rumah mereka dari jarak jauh melalui aplikasi seluler.

2010-an: Internet of Things terus berkembang pesat selama dekade ini. Semakin banyak perangkat yang terhubung ke internet, dari jam tangan pintar hingga peralatan rumah tangga. Teknologi ini juga digunakan dalam sektor kesehatan, dengan perangkat medis yang dapat memantau pasien dan mengirim data ke dokter secara real-time.

Kota pintar (smart cities) juga menjadi fokus perhatian pada dekade ini. Konsep ini melibatkan penggunaan IoT untuk mengelola sumber daya kota, mengoptimalkan transportasi, dan meningkatkan kualitas hidup penduduk kota.

Penting untuk dicatat bahwa perkembangan IoT juga membawa sejumlah tantangan, termasuk keamanan data dan privasi. Semakin banyak perangkat yang terhubung, semakin besar potensi risiko keamanan. Oleh karena itu, pengembangan standar keamanan dan praktik terbaik menjadi sangat penting.

Dalam beberapa dekade terakhir, Internet of Things telah berubah dari mimpi menjadi kenyataan. Ini telah mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia di sekitar kita,

menghadirkan perangkat yang lebih cerdas dan mengubah cara bisnis di berbagai industri. Dengan terus berkembangnya teknologi, kita dapat mengharapkan bahwa IoT akan terus menjadi bagian integral dari kehidupan kita, membawa inovasi yang lebih besar dan memberikan solusi untuk tantangan yang lebih besar lagi di masa depan.

B. Munculnya Istilah "Internet of Things"

Pada tahun 1999, Kevin Ashton, seorang peneliti yang bekerja di Massachusetts Institute of Technology (MIT), memainkan peran yang sangat penting dalam sejarah perkembangan Internet of Things (IoT). Pada waktu itu, IoT mungkin adalah konsep yang masih terpendam dalam pikiran para ilmuwan dan insinyur, tetapi masih memerlukan istilah yang tepat untuk mendeskripsikan visi tersebut. Kevin Ashton berkontribusi pada penciptaan istilah yang sekarang sangat dikenal ini.

Istilah yang dipopulerkannya adalah "Internet of Things" (IoT). Ini adalah konsep yang merujuk pada gagasan bahwa objek-objek fisik, seperti perangkat elektronik, alat rumah tangga, kendaraan, bahkan benda sehari-hari seperti sepatu atau perangkat medis, dapat diidentifikasi, dilacak, dan dikelola melalui jaringan internet. Ini adalah ide tentang menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital, memberikan kemampuan kepada objek-objek tersebut untuk berkomunikasi dan berbagi data secara otomatis.

Meskipun istilah "Internet of Things" baru muncul pada tahun 1999, konsep dasarnya telah ada sejak lama. Sebagai seorang peneliti di MIT, Ashton telah bekerja dalam berbagai proyek yang melibatkan teknologi otomatisasi dan

identifikasi, seperti Radio Frequency Identification (RFID). Pengalamannya ini membawanya pada pemahaman yang mendalam tentang bagaimana teknologi ini dapat digunakan untuk menghubungkan objek-objek fisik ke internet.

Dengan demikian, presentasi Kevin Ashton di tahun 1999 menjadi titik awal penting dalam memperkenalkan konsep IoT kepada dunia. Istilah ini membawa pemahaman yang lebih jelas tentang bagaimana objek-objek di dunia fisik dapat diintegrasikan ke dalam lingkungan digital yang semakin terhubung. Ini juga menjadi payung untuk semua perkembangan dan inovasi yang terkait dengan IoT yang akan datang.

Sejak saat itu, istilah "Internet of Things" telah berkembang menjadi konsep yang sangat penting dalam teknologi dan bisnis. Ini telah menginspirasi berbagai aplikasi, dari rumah pintar hingga manufaktur cerdas, kesehatan digital hingga transportasi otonom. IoT terus mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia sekitar kita dan membawa dampak besar pada berbagai aspek kehidupan kita.

Penting untuk diingat bahwa kehadiran IoT tidak hanya tentang perangkat terhubung. Ini juga tentang data yang dikumpulkan oleh perangkat ini dan cara data ini digunakan untuk memberikan wawasan, efisiensi, dan nilai tambah. IoT telah menjadi pendorong utama revolusi data dan analitik yang sedang berlangsung, membantu kita memahami dunia dengan cara yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Jadi, saat kita merenungkan tentang perangkat terhubung di sekitar kita, kita juga seharusnya mengenang

kontribusi Kevin Ashton dan bagaimana ia membantu membawa konsep IoT ke dalam pusat perhatian dunia.

C. Tahap Perkembangan Awal

Awal 2000-an: Pada awal abad ke-21, teknologi sensor semakin berkembang pesat. Sensor-sensor yang semakin canggih dan terjangkau memungkinkan pengukuran dan pemantauan yang lebih akurat dari berbagai parameter, seperti suhu, kelembaban, dan tekanan. Hal ini membuka pintu bagi perkembangan IoT yang lebih lanjut.

Konektivitas Nirkabel: Perkembangan teknologi nirkabel juga memainkan peran penting dalam perkembangan IoT. Jaringan seluler 2G, 3G, dan kemudian 4G memungkinkan perangkat IoT untuk terhubung ke internet dengan lebih mudah dan efisien. Kecepatan data yang lebih tinggi dan jangkauan yang lebih luas membantu menggerakkan pertumbuhan IoT.

D. Peran Perusahaan Teknologi Besar

Awal 2010-an: Perusahaan teknologi besar seperti Google, Amazon, dan Apple mulai memasuki pasar IoT dengan peluncuran produk-produk seperti Google Home, Amazon Echo, dan Apple HomeKit. Ini membantu meningkatkan kesadaran publik tentang IoT dan mengubahnya menjadi sesuatu yang lebih tangibel dalam kehidupan sehari-hari.

Platform IoT: Perusahaan-perusahaan ini juga mengembangkan platform IoT mereka sendiri, yang memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi dan

layanan berbasis IoT dengan lebih mudah. Ini membuka pintu bagi inovasi lebih lanjut dalam pengembangan aplikasi IoT.

E. Dampak di Berbagai Sektor

Manufaktur: IoT telah membawa perubahan besar dalam dunia manufaktur. Pabrik-pabrik cerdas menggunakan sensor untuk memantau produksi secara real-time dan mengoptimalkan proses. Hal ini menghasilkan peningkatan efisiensi dan penghematan biaya yang signifikan.

Kesehatan: Di sektor kesehatan, perangkat IoT digunakan untuk memantau pasien secara kontinu. Misalnya, pasien dengan penyakit kronis dapat menggunakan perangkat IoT untuk mengukur dan memantau kondisi mereka, dan data ini dapat dikirimkan secara langsung kepada dokter mereka.

Pertanian: IoT juga telah mengubah cara pertanian modern beroperasi. Sensor-sensor cuaca dan tanah digunakan untuk mengoptimalkan waktu penyiraman dan pemupukan, yang menghasilkan peningkatan hasil panen.

Transportasi: Di dunia transportasi, kendaraan otonom dan jaringan komunikasi antar-kendaraan (V2V) menjadi mungkin berkat IoT. Hal ini akan membawa perubahan besar dalam mobilitas masa depan.

F. Tantangan dan Isu Keamanan

Keamanan: Meskipun perkembangan IoT telah membawa banyak manfaat, juga membawa tantangan keamanan yang serius. Banyak perangkat IoT memiliki

kelemahan keamanan yang dapat dimanfaatkan oleh penjahat siber. Ini telah memicu kebutuhan untuk perhatian yang lebih besar terhadap keamanan IoT.

Privasi: Pengumpulan besar-besaran data oleh perangkat IoT telah memunculkan masalah privasi. Bagaimana data ini digunakan dan disimpan adalah isu sensitif yang harus ditangani dengan cermat.

G. Masa Depan IoT

5G dan Kecerdasan Buatan: Pengembangan jaringan 5G akan membawa konektivitas IoT ke tingkat yang lebih tinggi dengan latensi rendah dan kecepatan yang sangat tinggi. Kecerdasan Buatan (AI) juga akan memainkan peran penting dalam mengolah dan menganalisis data yang dihasilkan oleh perangkat IoT.

Perkembangan Teknologi Sensor: Teknologi sensor terus berkembang, dengan sensor-sensor yang semakin kecil, hemat energi, dan akurat. Hal ini akan memungkinkan penggunaan IoT yang lebih luas dan beragam di berbagai sektor.

Pengembangan Standar: Standar komunikasi dan keamanan yang lebih baik akan menjadi kunci untuk pertumbuhan yang berkelanjutan dalam IoT. Ini akan memungkinkan perangkat dari berbagai produsen untuk berinteraksi dengan lancar.

Sejarah perkembangan Internet of Things (IoT) adalah cerita tentang visi yang menjadi kenyataan. Dari eksperimen awal yang mungkin terdengar seperti hal dari fiksi ilmiah hingga menjadi

bagian integral dari kehidupan sehari-hari, IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia di sekitar kita.

Awalnya, IoT hanya merupakan impian para ilmuwan dan insinyur yang berani bermimpi tentang dunia di mana objek-objek fisik dapat terhubung ke internet. Pada tahun 1980-an, percobaan awal menghubungkan mesin Coca-Cola ke jaringan internet membuka pintu bagi perkembangan lebih lanjut. Kemudian, istilah "Internet of Things" diciptakan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, memberikan konsep ini sebuah identitas yang jelas.

Selama beberapa dekade berikutnya, perkembangan teknologi terus memperkuat visi IoT. Miniaturisasi perangkat elektronik, konektivitas nirkabel yang semakin baik, dan pemrosesan data yang cepat telah mengubah IoT menjadi kenyataan yang dapat diimplementasikan secara luas. Kini, IoT telah mengubah berbagai aspek kehidupan kita, dari rumah pintar hingga industri, kesehatan, dan transportasi.

Sejarah IoT mengingatkan kita tentang kemampuan manusia untuk berimajinasi dan mewujudkan visi masa depan yang revolusioner. Ini adalah cerita tentang inovasi, ketekunan, dan tekad untuk menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital. Dengan terus berkembangnya teknologi, kita dapat dengan yakin mengatakan bahwa IoT akan terus membentuk masa depan kita dengan cara yang lebih mengagumkan lagi.

Bidang Penerapan Internet of Things

A. Implementasi IoT di beberapa Bidang

Internet of Things (IoT) adalah paradigma baru yang memungkinkan komunikasi antara perangkat elektronik dan sensor melalui internet untuk memfasilitasi kehidupan kita (Kumar, Tiwari and Zymbler, 2019). Seiring dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat, implementasi IoT telah menawarkan banyak manfaat dalam banyak bidang, termasuk efisiensi, produktivitas, dan penghematan biaya. Dengan manfaat inilah IoT diimplementasikan di beberapa bidang diantaranya *smatfarming*, *smarhome*, bidang kesehatan dan bidang transportasi.

IoT telah berkembang pesat di berbagai bidang, berikut adalah beberapa contoh perkembangan IoT di beberapa bidang:

1. pertanian
2. kesehatan
3. transportasi
4. manufaktur

5. lingkungan
6. *smarthome*
7. retail

Perkembangan pesat IoT ini pasti juga akan berdampak ke sektor sektor-sektor tersebut diatas. Ada tiga hal besar yang akan menjadi pokok pengembangan IoT, yaitu meningkatkan operasional dan efisiensi, meningkatkan kualitas kesehatan dan keamanan serta meningkatkan produktivitas atau penjualan.

B. Manfaat dan Tren Teknologi IoT yakni:

1. *Use of Smart Devices*

Smart Device dirancang untuk mendukung kegiatan manusia dalam berbagai faktor berbagai properti yang berkaitan dengan komputasi *Smart Device* digunakan dalam tiga lingkungan dunia fisik lingkungan yang berpusat pada manusia dan lingkungan komputasi terdistribusi.

2. *Reduction in Operational Cost*

Internet of Things dapat memangkas biaya operasional karena semua dapat dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi jumlah manusia yang melakukan pekerjaan tertentu Selain itu IoT memiliki tujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pekerjaan.

3. *Enhanced Security Measures*

Internet of Things dapat memangkas biaya operasional karena semua dapat dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi jumlah manusia yang

melakukan pekerjaan tertentu. Keamanan merupakan kebutuhan utama dalam IoT, hal ini bertujuan agar penggunaan IoT aman dari kejahatan siber. Keamanan IoT mengacu pada metode perlindungan yang digunakan untuk mengamankan berbagai perangkat dan data yang terhubung ke internet. Contohnya yaitu *Application program interface security* dan *Public Key Infra-structure* (PKI).

4. *Gathering Rich Data*

Muara dari sistem IoT yang dikembangkan adalah pengumpulan data, pengukuran dari sensor atau perangkat yang lainnya. Data ini dapat digunakan sebagai prediksi ataupun kebutuhan lain yang dapat membantu kehidupan manusia. Data yang sudah dikumpulkan dapat digunakan sebagai pedoman pengamatan sistem yang sedang berjalan atau digunakan sebagai prediksi terhadap hasil suatu sistem di masa mendatang yang dapat membantu kehidupan manusia.

5. *Achieve Customer-Centricity*

Teknologi IoT umumnya dikembangkan berdasarkan permasalahan dari pengguna sehingga teknologi yang dikembangkan terpusat sesuai keinginan pada pengguna IoT itu sendiri.

Contohnya adalah berbagai maca device IoT seperti *Smartwatch*, *Smart Lamp*, dan *Smart Light* yang dibuat berdasarkan permasalahan dari pengguna. Dengan ini IoT akan cepat berkembang dan mempermudah hidup manusia.

C. Smart Farming



Smart Farming adalah metode pertanian cerdas berbasis teknologi dimana terdapat beberapa pertanian yang digunakan diantaranya penyiraman otomatis, *drone sprayer*, *drone surveillance* serta *soil and weather sensor*. Teknologi yang diimplementasikan pada smart farming memanfaatkan teknologi informasi dalam melakukan proses pelaksanaan untuk mencapai target yang ditetapkan. *Internet Of Things*(IoT) dapat juga dimanfaatkan pada alat kontrol untuk contoh bidang pertanian, yakni alat kontrol untuk sistem hidroponik. Hidroponik dapat digunakan untuk mengatasi masalah kekurangan lahan yang semakin tahun semakin sempit. Sistem hidroponik berbasis IoT ini diharapkan dapat membantu petani hidroponik untuk mengontrol dan memonitoring perkebunan hidroponik mereka dari jarak jauh. Rancangan dan pembuatan alat ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai otak dari alat kontrol dan Sensor Ultrasonik yang berfungsi sebagai pembaca volume air pada wadah penampungan(Nandika and Amrina, 2021).

D. Smarthome

Smarthome atau rumah pintar merupakan rumah dengan beberapa alat otomatisasi yang terpasang didalamnya dengan sistem kontrol secara otomatis atau menggunakan *internet of things* atau bisa melalui gawai atau ponsel. Banyak alat pintar yang dapat diimplementasikan pada *smarthome*, seperti pencahayaan atau *control light* (Kusumaningrum, Pujiastuti and Zeny, 2017), pemanasan dan pendinginan secara otomatis. Fungsi indera manusia ini digantikan oleh sensor yang akan mengurangi kerja indera manusia.

Beberapa contoh penerapan *smarthome* adalah *smart lamp* atau lampu pintar, *smart door* atau pintu cerdas, *smart garden* dan masih banyak lagi.

E. Kesehatan

Penerapan *Internet of Things* (IoT) di bidang kesehatan dapat memberikan banyak manfaat dalam meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Berikut adalah beberapa contoh penerapan IoT di bidang kesehatan:

1. Pemantauan kesehatan pasien: IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi kesehatan pasien secara terus-menerus, seperti detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh. Data ini dapat dikirim ke pusat kesehatan untuk dianalisis dan memberikan rekomendasi pengobatan yang tepat.
2. Pengobatan jarak jauh: Dengan menggunakan perangkat IoT, dokter dapat memberikan pengobatan jarak jauh dan melakukan konsultasi dengan pasien secara online.

Hal ini sangat berguna untuk pasien yang tinggal di daerah terpencil atau sulit dijangkau.

3. **Monitoring obat:** IoT juga dapat digunakan untuk memantau penggunaan obat pasien. Misalnya, perangkat IoT dapat dipasang pada botol obat dan memberikan peringatan saat waktu minum obat sudah tiba. Data ini juga dapat dikirim ke pusat kesehatan untuk memantau kepatuhan pasien dalam minum obat.
4. **Pengelolaan aset kesehatan:** IoT dapat digunakan untuk mengelola aset kesehatan, seperti peralatan medis dan obat-obatan. Dengan memantau penggunaan aset kesehatan secara real-time, rumah sakit dapat mengoptimalkan penggunaannya dan menghindari kerusakan atau kekurangan stok.
5. **Pengukuran lingkungan:** IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan yang berdampak pada kesehatan, seperti kualitas udara dan suhu. Data ini dapat digunakan untuk membuat keputusan yang tepat dalam mengurangi risiko kesehatan akibat lingkungan yang tidak sehat.

Dengan penerapan IoT di bidang kesehatan, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan, mengoptimalkan penggunaan aset kesehatan, dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan. Namun, perlu diperhatikan juga mengenai keamanan data kesehatan yang dipertukarkan melalui perangkat IoT.

F. Transportasi

Perkembangan teknologi di bidang transportasi mengalami kemajuan yang amat pesat. Transportasi baik darat, laut dan udara merupakan faktor penting dalam pertumbuhan perekonomian suatu negara, oleh karena itu beberapa kemajuan dan penerapan teknologi pada bidang transportasi penting dilakukan. Implementasi teknologi IoT pada perusahaan *trucking* sangat diperlukan saat ini, dimana hal ini memerlukan perencanaan enterprise architecture, sehingga teknologi yang diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan bisnis (Wedha *et al.*, 2022).

Mobil bertenaga bensin pertama kali dikembangkan oleh Carl Benz pada tahun 1886, dimana kendaraan sebelum era ini masih memanfaatkan binatang atau roda tanpa mesin atau kapal layar yang digunakan untuk membuka rute perdangan antara bangsa-bangsa yang berbeda, dan ada juga moda transportasi kereta api berbahan uap yang dikembangkan oleh George Stephenson di tahun 1804.

Pada perkembangannya, penerapan teknologi pada mobil berkembang amat pesat hingga di abad 1990-an telah diciptakan mobil listrik yang lebih ramah lingkungan dan lebih hemat biaya dibandingkan mobil bertenaga bensin atau solar. Dengan kebutuhan dan keinginan manusia yang semakin tinggi maka pada abad 21 ini telah tercipta moda transportasi pintar yakni perkembangan teknologi digital dan Internet of Things (IoT) telah memungkinkan transportasi untuk menjadi lebih pintar. Contohnya, GPS dan teknologi sensor memungkinkan kendaraan untuk berkomunikasi dengan infrastruktur jalan dan kendaraan lainnya, sehingga

memungkinkan transportasi yang lebih efisien dan aman. Selain itu, teknologi otonom memungkinkan kendaraan untuk berkendara sendiri tanpa adanya pengemudi manusia, yang akan memungkinkan transportasi menjadi lebih aman dan efisien di masa depan.

Penerapan IoT pada mobil dapat dimanfaatkan untuk beberapa hal berikut ini:

1. Melakukan monitoring kesehatan mobil dimana IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi mobil, termasuk tekanan ban, level bahan bakar, suhu mesin, dan kecepatan. Hal ini dapat membantu pengemudi untuk mengambil tindakan preventif sebelum terjadi kerusakan atau kegagalan.
2. Pemantauan sistem keamanan dimana IoT dapat membantu meningkatkan keamanan mobil dengan memungkinkan pengemudi untuk memonitor mobil mereka dari jarak jauh dan mengaktifkan alarm atau kunci pintu jika terjadi pencurian atau ancaman keamanan lainnya.
3. melakukan navigasi, dengan adanya IoT dapat digunakan untuk memperbarui sistem navigasi di mobil secara real-time, sehingga pengemudi dapat menghindari kemacetan dan mencapai tujuan mereka dengan lebih cepat.
4. Integrasi untuk kendaraan otonom dimana IoT dapat digunakan untuk mengintegrasikan teknologi kendaraan otonom dengan mobil, sehingga mobil dapat berkendara sendiri tanpa pengemudi manusia. Hal ini dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi di jalan raya.

5. penghematan Bahan Bakar dimana IoT dapat membantu pengemudi untuk menghemat bahan bakar dengan memberikan informasi mengenai rute tercepat dan efisiensi bahan bakar.
6. manajemen Armada, dengan menerapkan IoT dapat membantu manajemen armada untuk mengelola dan memantau jarak tempuh, pemakaian bahan bakar, dan kondisi mobil secara real-time, sehingga dapat mengoptimalkan operasi armada mereka.

Begitu pula perkembangan teknologi pada pesawat terbang hingga saat ini amat pesat, semenjak diterbangkan pertama kali oleh Wright Brothers pada tahun 1903.

Penerapan Internet of Things (IoT) pada pesawat terbang dapat memberikan banyak manfaat, termasuk:

1. monitoring kondisi pesawat: IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi pesawat secara real-time. Sensor-sensor yang dipasang pada pesawat dapat mengirimkan data tentang suhu, tekanan, kecepatan angin, dan parameter lainnya ke pusat kendali. Hal ini dapat membantu insinyur untuk mengambil tindakan pencegahan atau perbaikan jika ditemukan masalah.
2. peningkatan efisiensi bahan bakar: Dengan menggunakan sensor IoT, sistem pada pesawat dapat diatur untuk memantau konsumsi bahan bakar dan memperbaiki efisiensi penggunaannya. Hal ini dapat membantu maskapai untuk mengurangi biaya operasional mereka.
3. peningkatan kinerja pesawat: IoT dapat membantu meningkatkan kinerja pesawat dengan memungkinkan perbaikan dan pemeliharaan yang lebih baik. Misalnya,

sensor IoT dapat memberikan data tentang bagaimana mesin bekerja, sehingga teknisi dapat mengambil tindakan pencegahan atau perbaikan jika terjadi masalah.

Penerapan teknologi pada pesawat terbang ini bukan tanpa risiko karena beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. penerapan IoT pada pesawat terbang juga memerlukan perhatian khusus terhadap keamanan dan privasi. Sistem IoT yang digunakan harus dirancang dengan baik dan dilengkapi dengan keamanan yang memadai untuk mencegah serangan siber atau pelanggaran privasi.
2. data yang dikumpulkan dari sensor IoT harus dilindungi dengan baik agar tidak disalahgunakan atau digunakan dengan cara yang tidak etis.

IoT atau *Internet of Things* pada kapal pesiar atau kapal layar dapat meningkatkan efisiensi, kenyamanan, keamanan, dan pengalaman pengguna.

Beberapa contoh penerapan IoT pada kapal pesiar atau kapal layar adalah sebagai berikut:

1. melakukan monitoring kondisi kapal dimana IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi kapal secara real-time, seperti suhu, kelembaban, tekanan, dan getaran mesin. Hal ini dapat membantu kru untuk memperbaiki masalah secara cepat dan mencegah kerusakan lebih lanjut.
2. Faktor keamanan dan keselamatan dimana IoT dapat membantu dalam memantau keamanan dan keselamatan kapal dengan memasang sensor pada pintu, jendela, dan

peralatan penting lainnya untuk memastikan tidak ada yang mengakses area terlarang. Selain itu, IoT juga dapat digunakan untuk memantau kondisi cuaca dan memberikan peringatan dini kepada kru jika ada badai atau kondisi cuaca buruk lainnya.

3. Adanya IoT dapat meningkatkan pengalaman pelanggan dengan memungkinkan mereka untuk mengakses layanan internet, hiburan, dan informasi mengenai kapal secara cepat dan mudah. Misalnya, pelanggan dapat memesan makanan dan minuman melalui aplikasi mobile yang terhubung ke sistem katering kapal.
4. adanya IoT dapat membantu dalam menghemat energi dengan memantau dan mengontrol penggunaan energi di kapal. Contohnya, sistem otomatisasi dapat diaktifkan untuk menyesuaikan pencahayaan dan pendinginan saat tidak ada tamu di ruangan.
5. pengelolaan manajemen Persediaan dimana IoT juga dapat digunakan untuk mengelola persediaan di kapal, seperti makanan, minuman, dan peralatan lainnya. Sensor dapat dipasang pada rak dan lemari pendingin untuk memastikan bahwa stok selalu tersedia dan memudahkan pengisian ulang.



Selain yang telah dipaparkan diatas, salah satu bentuk implementasi IoT bidang transportasi yakni manajemen lalu

lintas, seperti tilang elektronik, pembayaran e_tol, gps dan sistem *tracking* kendaraan.

G. Pabrikasi

Perkembangan industri 4.0 pastinya akan sangat mempengaruhi bidang fabrikasi, dimana adanya otomatisasi yang diterapkan untuk meningkatkan produktivitas dalam dunia industri. Efektivitas dan efisiensi menjadi hal yang harus dicapai dalam dunia industri ini.

Salah satu contoh penggunaan IoT di industri adalah dengan memasang sensor pada mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi. Dengan menggunakan sensor tersebut, kita dapat memonitor kondisi mesin secara real-time dan mencegah kerusakan sebelum terjadi. Selain itu, kita juga dapat mengumpulkan data mengenai penggunaan mesin dan memanfaatkannya untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

Selain itu, IoT juga dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan di pabrik. Dengan memasang sensor pada pintu-pintu masuk dan keluar, dapat memantau siapa yang masuk dan keluar dari pabrik. Selain itu, pemasangan kamera pengawas yang terhubung ke jaringan internet untuk memonitor aktivitas di dalam pabrik.

Tidak hanya itu, IoT juga dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi di pabrik. Dengan memasang sensor pada sistem pencahayaan dan pendingin udara, kita dapat mengatur penggunaannya secara otomatis berdasarkan kondisi di dalam pabrik, sehingga menghemat energi dan biaya. Secara keseluruhan, penggunaan IoT di

dunia fabrikasi memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, keamanan, dan keberlanjutan. Namun, penggunaannya juga perlu dipertimbangkan dengan baik untuk memastikan keamanan data dan privasi pengguna, disinilah pentingnya cerdas dalam menerapkan teknologi IoT ini dalam segala bidang karena teknologi bersifat bebas nilai, dapat dimanfaatkan secara positif tapi juga bisa untuk negatif.

H. Lingkungan

Internet of Things mempunyai potensi yang besar untuk memberikan kontribusi yang penting dalam bidang lingkungan melalui penggunaan sensor dan perangkat elektronik untuk mengumpulkan dan menganalisis data guna memonitor kondisi lingkungan, mengoptimalkan dan meningkatkan pengelolaan lingkungan.

Beberapa contoh penggunaan IoT dalam bidang lingkungan adalah sebagai berikut:

1. monitoring kualitas udara, dimana IoT dapat digunakan untuk memonitor kualitas udara di suatu daerah dengan menggunakan sensor yang dapat mengukur konsentrasi partikulat, kandungan oksigen, karbon monoksida, sulfur dioksida dan nitrogen dioksida. Data dari sensor ini dapat dikirimkan ke sistem pengolahan data dan dianalisis untuk menentukan tingkat pencemaran udara di suatu daerah.
2. penghematan energi, dimana IoT dapat digunakan untuk menghemat energi di rumah atau gedung dengan menghubungkan perangkat elektronik seperti lampu, pendingin ruangan dan sistem pemanas dengan internet.

Data dari perangkat ini dapat dianalisis dan digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi.

3. pengelolaan sampah, penerapan IoT untuk memonitor dan mengelola sistem pembuangan sampah dengan menggunakan sensor yang dipasang pada tong sampah. Sensor ini dapat mengukur tingkat kelembapan, suhu, dan volume sampah. Data dari sensor ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengangkutan sampah dan mengurangi limbah.
4. pengelolaan air, penerapan IoT dapat digunakan untuk memonitor kualitas air di suatu daerah dengan menggunakan sensor yang dapat mengukur kandungan oksigen, pH, suhu, dan kandungan nutrisi. Data dari sensor ini dapat dianalisis dan digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber air.
5. monitoring kebisingan, dimana IoT dapat digunakan untuk memonitor tingkat kebisingan di suatu daerah dengan menggunakan sensor yang dapat mengukur tingkat kebisingan. Data dari sensor ini dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan dan meningkatkan kualitas hidup.

I. Perdagangan

IoT (Internet of Things) dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk bidang perdagangan. Dalam perdagangan, IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan mengoptimalkan operasi bisnis.

Berikut beberapa contoh penggunaan IoT dalam bidang perdagangan:

1. Pemantauan Stok: IoT dapat digunakan untuk memonitor persediaan barang sehingga IoT membantu perusahaan untuk mengoptimalkan tingkat persediaan, menghindari kekurangan stok, dan meningkatkan efisiensi operasional.
2. Pengendalian dan Pemantauan Kualitas: IoT dapat digunakan untuk memonitor kualitas produk secara real-time, dapat membantu perusahaan untuk memastikan kualitas produk yang dihasilkan selalu konsisten dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
3. Peningkatan Pengalaman Pelanggan, IoT mengumpulkan data dari pengalaman pelanggan dalam penggunaan produk atau jasa yang diberikan perusahaan. Data ini dapat membantu perusahaan memperbaiki produk atau jasa mereka dan membuat pengalaman pelanggan lebih baik.
4. Pelacakan dan Pengiriman Barang: IoT dapat digunakan untuk memantau posisi dan keadaan barang selama pengiriman. Hal ini dapat membantu perusahaan untuk mengoptimalkan proses pengiriman, memastikan barang sampai pada waktu yang tepat, dan meningkatkan kepuasan pelanggan.
5. E-commerce : Teknologi IoT memiliki potensi untuk merevolusi industri e-commerce dengan memungkinkan bisnis mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar secara real-time. Perangkat IoT dapat diintegrasikan ke dalam rantai pasokan e-commerce untuk mengotomatiskan proses dan meningkatkan efisiensi, mulai dari manufaktur dan manajemen inventaris hingga pengiriman dan pengiriman.

Salah satu contoh IoT dalam e-commerce adalah penggunaan sensor pintar untuk memantau tingkat inventaris secara real-time. Hal ini memungkinkan pengecer untuk melacak tingkat inventaris mereka secara akurat, mencegah kehabisan stok, dan mengoptimalkan rantai pasokan mereka. Sensor pintar juga dapat digunakan untuk melacak produk selama pengiriman dan pengiriman, memberi pelanggan pembaruan waktu nyata tentang status pesanan mereka.

Prinsip Internet of Things

Secara sederhana, konsep "*Internet of Things*" (IoT) terdiri dari dua elemen utama: "*Internet*" yang mengatur konektivitas, dan "*Things*" yang merujuk kepada objek atau perangkat. Dengan kata lain, "*Things*" adalah perangkat yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke Internet. Data ini juga dapat diakses oleh perangkat "*Things*" lainnya.

Terdapat tujuh prinsip dasar yang menjadi dasar bagi IoT. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai masing-masing prinsip tersebut.

A. Big Analog Data

Di era transformasi digital, jumlah data yang dihasilkan dan dikumpulkan tumbuh secara eksponensial. Meskipun banyak perhatian diberikan pada data digital, seperti teks, gambar, dan video, ada jenis data lain yang sama pentingnya namun sering diabaikan: data analog. Data analog mengacu pada pengukuran dunia nyata yang berkelanjutan yang ditangkap sebagai sinyal mentah, seperti suhu, tekanan,

tegangan, atau gelombang suara. Dalam beberapa tahun terakhir, konsep " Big Analog Data" telah muncul, yang mengacu pada kumpulan data analog berskala besar yang dapat diproses, dianalisis, dan dimanfaatkan untuk mendapatkan wawasan berharga(Gowda *et al.*, 2020).

Karakteristik Big Analog Data

1. Volume

Big Analog Data dicirikan oleh volumenya yang besar. Dengan berkembangnya sensor dan perangkat yang mampu menangkap sinyal analog, sejumlah besar data dihasilkan secara terus menerus. Data ini dapat berkisar dari gigabyte hingga terabyte atau bahkan petabyte, tergantung pada aplikasinya.

2. Kecepatan

Big Analog Data sering kali dihasilkan dengan kecepatan tinggi, sehingga memerlukan pemrosesan dan analisis real-time atau mendekati real-time. Misalnya, dalam aplikasi seperti otomasi industri atau IoT, data sensor dihasilkan dengan sangat cepat, sehingga memerlukan teknik pemrosesan data yang efisien.

3. Variasi

Data analog dapat hadir dalam berbagai bentuk dan format, sehingga sifatnya beragam. Ini dapat mencakup sinyal dari berbagai sensor, perangkat, atau sistem, yang masing-masing memiliki karakteristik dan properti uniknya sendiri. Keanekaragaman ini menimbulkan tantangan dalam hal integrasi dan interoperabilitas data.

4. Kebenaran

Data analog rentan terhadap noise, kesalahan, dan distorsi karena berbagai faktor seperti ketidakakuratan pengukuran, kondisi lingkungan, atau malfungsi peralatan. Memastikan kualitas dan keandalan data menjadi penting ketika berhadapan dengan Big Analog Data.

Mengumpulkan dan menyimpan data analog dalam jumlah besar dapat menjadi tantangan. Infrastruktur dan teknologi yang memadai diperlukan untuk menangkap, mengirimkan, dan menyimpan data secara efisien. Hal ini memerlukan penggunaan sensor khusus, sistem akuisisi data, dan solusi penyimpanan berkapasitas tinggi.

Big Analog Data sering kali memerlukan prapemrosesan dan pembersihan untuk menghilangkan gangguan, menyaring informasi yang tidak relevan, dan memastikan kualitas data. Langkah ini penting untuk memperoleh wawasan yang andal dan akurat dari data.

Big Analog Data sering kali berasal dari sumber yang heterogen, sehingga memerlukan teknik integrasi dan fusi untuk menggabungkan dan menganalisis data dari beberapa sensor atau sistem. Proses ini melibatkan penyesuaian stempel waktu, kalibrasi data, dan menemukan hubungan yang bermakna antara aliran data yang berbeda.

B. Perpetual Connectivity

Di era digital, konsep *Perpetual Connectivity* (konektivitas abadi) menjadi semakin lazim. Konektivitas abadi mengacu pada keadaan terhubung secara terus-menerus ke

internet dan perangkat digital lainnya, yang memungkinkan individu dan organisasi mengakses informasi dan berkomunikasi kapan saja dan di mana saja (Amane *et al.*, 2023).

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan objek fisik yang saling terhubung yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas, memungkinkan objek tersebut mengumpulkan dan bertukar data. Prinsip IoT ini bertujuan untuk mengeksplorasi berbagai aspek konektivitas abadi, termasuk manfaat, tantangan, dan implikasinya bagi masyarakat.

Manfaat *Perpetual Connectivity* (konektivitas abadi)

Konektivitas yang tiada henti telah membawa banyak manfaat bagi individu, dunia usaha, dan masyarakat secara keseluruhan. Beberapa keuntungan utama meliputi:

1. Akses terhadap Informasi

Konektivitas abadi pada IoT memungkinkan individu mengakses sejumlah besar informasi di ujung jari mereka. Ini memfasilitasi pembelajaran, penelitian, dan tetap mendapatkan informasi terkini tentang peristiwa terkini.

2. Komunikasi

Dengan konektivitas yang tiada henti, komunikasi menjadi lancar dan instan. Orang dapat terhubung dengan orang lain dari berbagai belahan dunia melalui berbagai saluran seperti email, media sosial, dan pesan instan.

3. Efisiensi dan Produktivitas

Konektivitas abadi memungkinkan individu dan organisasi bekerja lebih efisien dan lebih produktif. Dengan akses ke penyimpanan cloud dan alat kolaborasi, tim dapat bekerja sama dari jarak jauh dan berbagi informasi secara real-time.

4. E-commerce dan Layanan Online

Konektivitas abadi telah merevolusi cara kita berbelanja dan mengakses layanan. Platform belanja online, perbankan, dan hiburan telah membuat transaksi dan akses terhadap layanan menjadi lebih nyaman dibandingkan sebelumnya.

Meskipun konektivitas abadi menawarkan banyak manfaat, konektivitas ini juga menimbulkan beberapa tantangan dan kekhawatiran, diantaranya adalah kelebihan Informasi. Dengan masuknya informasi secara terus-menerus, individu mungkin merasa kesulitan untuk menyaring dan mengidentifikasi sumber yang dapat dipercaya. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan informasi dan kurangnya pemikiran kritis. Selain itu adalah masalah privasi dan keamanan. Konektivitas yang tiada henti menimbulkan kekhawatiran tentang privasi dan keamanan data.

C. Really Real Time

Really Real Time (RRT) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan sistem atau teknologi yang dapat memproses dan menyampaikan informasi secara instan dan tanpa ada jeda waktu yang signifikan. RRT memiliki

kemampuan untuk memberikan respons dalam waktu yang sangat singkat, bahkan dalam hitungan milidetik atau mikrodetik.

Dalam dunia yang semakin terhubung dan cepat, kemampuan untuk memproses dan menyampaikan informasi secara instan sangat penting. Dalam beberapa konteks, seperti sistem keamanan, telekomunikasi, dan perdagangan finansial, kecepatan respon yang tinggi sangatlah krusial. Inilah mengapa konsep Really Real Time menjadi semakin penting dalam pembangunan sistem dan teknologi.

Salah satu keunggulan utama dari Really Real Time adalah kemampuannya untuk memberikan respons instan. Dalam situasi di mana setiap milidetik atau mikrodetik sangat berharga, RRT memungkinkan sistem untuk memberikan respons yang cepat dan akurat.

Sistem yang menggunakan Really Real Time harus memiliki keandalan tinggi. Dalam beberapa kasus, seperti sistem kendali industri atau sistem keselamatan, setiap kesalahan atau kegagalan dapat memiliki konsekuensi yang serius. Dengan menggunakan RRT, sistem dapat memberikan respons yang andal dan konsisten.

Really Real Time juga memiliki kemampuan untuk dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan yang berbeda. Sistem RRT dapat diadaptasi untuk mengatasi volume data yang tinggi atau meningkatkan kapasitas respons dalam waktu nyata.

Teknologi RRT dirancang untuk memproses data secara efisien dan cepat. Dalam beberapa kasus, sistem RRT dapat

mengolah data dalam waktu yang sangat singkat, bahkan saat menghadapi beban kerja yang besar (Khan, Han and Karthik, 2018).

D. The Spectrum of Insight

"Spectrum of Insight" menggambarkan berbagai tingkat wawasan yang dapat diperoleh dari data IoT yang bergerak melalui lima fase waktu yang berbeda: real-time, in motion, early life, at rest, dan archive. Pada fase real-time, data IoT diambil dari sensor atau titik akuisisi dan dianalisis segera untuk menghasilkan respons langsung, yang diperlukan dalam aplikasi seperti militer atau robotika presisi. Di ujung spektrum yang lain, data disimpan dalam pusat data atau cloud dan dapat diambil untuk analisis perbandingan dengan data yang lebih baru yang masih bergerak, seperti dalam kasus menganalisis pola perilaku turbin pembangkit listrik yang berubah musiman. Oleh karena itu, wawasan yang dapat diperoleh dari data besar dalam IoT dapat bervariasi dalam spektrum waktu dan lokasi yang berbeda.

Fase "Real-time" dalam "Spectrum of Insight" mencakup pengambilan dan analisis data IoT secara langsung saat data dihasilkan. Ini penting dalam konteks aplikasi yang memerlukan tindakan instan, seperti kendali robot atau sistem militer yang membutuhkan respons cepat.

Fase "In motion" merujuk pada data yang terus bergerak atau berpindah antar-perangkat dalam ekosistem IoT. Analisis data ini dapat membantu dalam memahami bagaimana data berinteraksi dan berpindah antar-perangkat dalam waktu nyata.

Fase "Early life" adalah fase ketika data IoT masih baru dan relevan. Analisis pada tahap ini dapat membantu dalam mengidentifikasi tren awal atau masalah yang mungkin timbul dalam waktu dekat.

Fase "At rest" mengacu pada data yang disimpan dalam keadaan tidak aktif, biasanya dalam pusat data atau cloud. Data ini dapat digunakan untuk analisis komparatif dengan data bergerak yang lebih baru untuk mendapatkan wawasan tentang perubahan seiring waktu.

Fase "Archive" adalah fase di mana data IoT yang lama dan tidak aktif disimpan untuk referensi masa depan. Data arsip ini dapat digunakan untuk analisis historis atau referensi dalam kasus investigasi atau audit.

Dengan memahami "Spectrum of Insight," organisasi dapat mengoptimalkan penggunaan data IoT dalam berbagai konteks, baik yang memerlukan respons cepat maupun analisis yang mendalam dalam waktu yang berbeda.

E. Immediacy Versus Depth

"Immediacy Versus Depth" adalah konsep penting dalam prinsip Internet of Things (IoT) yang mengacu pada keseimbangan antara respons yang cepat (*immediacy*) dan pemahaman yang mendalam (*depth*) terhadap data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT.

Respons yang cepat adalah fokus utama pada tahap awal pengembangan IoT. Ini berarti perangkat IoT dirancang untuk merespons secara instan terhadap perubahan dalam lingkungan atau data yang diterima.

Kasus penggunaan yang memerlukan respons yang cepat meliputi kendaraan terhubung yang harus merespons situasi lalu lintas secara real-time, sensor deteksi kebakaran yang harus memberikan peringatan segera, atau sistem pemantauan kesehatan yang harus mendeteksi perubahan yang signifikan dalam kondisi pasien.

Respons yang cepat memungkinkan tindakan instan, yang dapat menyelamatkan nyawa, mencegah kecelakaan, atau mengoptimalkan proses dengan cepat. Namun terlalu fokus pada respons yang cepat dapat mengorbankan pemahaman yang mendalam tentang data. Keputusan yang dibuat berdasarkan respons yang cepat mungkin kurang tepat jika tidak didukung oleh wawasan yang cukup.

Dept (Pemahaman yang mendalam) adalah fokus pada tahap selanjutnya setelah respons yang cepat. Ini melibatkan analisis data yang lebih mendalam untuk memahami tren, pola, dan hubungan yang mungkin tidak terlihat dalam data mentah.

Kasus penggunaan yang memerlukan pemahaman yang mendalam meliputi analisis data historis untuk perencanaan strategis, identifikasi tren jangka panjang, atau pembuatan keputusan bisnis berdasarkan wawasan yang mendalam.

Pemahaman yang mendalam memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan pemahaman yang lebih mendalam tentang lingkungan atau sistem yang dimonitor.

Proses analisis yang mendalam memerlukan waktu dan sumber daya, yang dapat mengurangi kemampuan untuk merespons dengan cepat terhadap perubahan yang mendesak.

Dalam pengembangan IoT yang sukses, penting untuk mencapai keseimbangan yang baik antara respons yang cepat dan pemahaman yang mendalam. Ini berarti memiliki mekanisme yang memungkinkan respons cepat saat diperlukan, sambil tetap mempertahankan kemampuan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam pada waktu tertentu.

Prioritas antara respons yang cepat dan pemahaman yang mendalam dapat berubah berdasarkan aplikasi IoT yang spesifik dan situasi yang dihadapi. Misalnya, dalam keadaan darurat, respons yang cepat mungkin lebih penting daripada analisis mendalam.

Teknologi seperti komputasi edge (pengolahan data di perangkat), algoritma pengolahan data *real-time*, dan kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan untuk mencapai keseimbangan antara *immediacy* dan *depth* (Qian *et al.*, 2020).

Prinsip "Immediacy Versus Depth" dalam IoT menggarisbawahi pentingnya mengakui bahwa tidak semua data memerlukan respons yang cepat, dan tidak semua data memerlukan analisis yang mendalam. Oleh karena itu, IoT harus dirancang dengan fleksibilitas untuk mengatasi kebutuhan respons yang beragam seiring waktu.

F. Shift Left

"*Shift Left*" adalah konsep yang sering digunakan dalam pengembangan perangkat lunak dan juga dapat diterapkan dalam prinsip *Internet of Things* (IoT). Dalam konteks IoT, "*Shift Left*" mengacu pada pergeseran aktivitas pengujian, pengamanan, dan pengembangan ke tahap-tahap awal dari

siklus pengembangan perangkat lunak IoT atau proyek IoT, alih-alih mengatasi masalah ini di tahap akhir.

"Shift Left" dalam IoT menekankan pentingnya mengintegrasikan pengujian sejak tahap awal perencanaan dan desain perangkat IoT. Ini berarti melakukan pengujian perangkat keras, perangkat lunak, dan konektivitas IoT sedini mungkin untuk mengidentifikasi masalah dan kelemahan sejak dini.

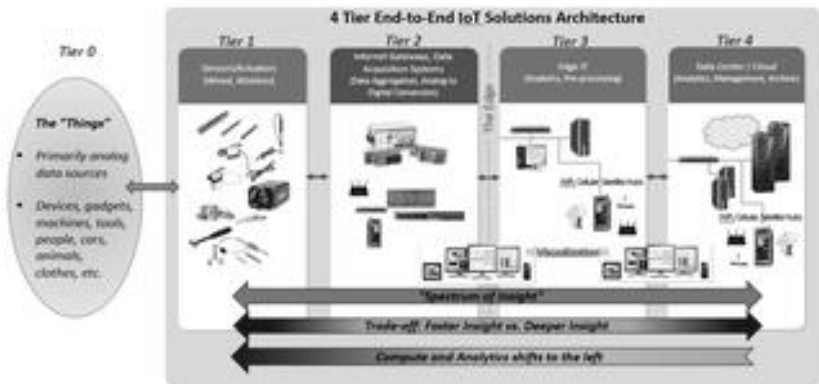
Keamanan adalah salah satu aspek kritis dalam IoT karena perangkat IoT sering terhubung ke jaringan dan mengelola data sensitif. *"Shift Left"* dalam konteks IoT berarti memikirkan dan mengimplementasikan langkah-langkah keamanan sejak tahap perancangan perangkat dan perangkat lunak. Ini melibatkan identifikasi potensi ancaman keamanan dan penerapan tindakan mitigasi yang sesuai.

"Shift Left" mendorong pendekatan pengembangan yang lebih terstruktur dan disiplin. Tim pengembangan IoT harus memahami dan mengikuti standar dan praktik terbaik dalam pengembangan perangkat keras, perangkat lunak, dan konektivitas IoT sejak awal proyek.

Konsep ini mempromosikan kesadaran akan kualitas produk IoT sejak tahap awal. Hal ini mencakup pemantauan kualitas perangkat, respons terhadap masalah yang muncul, dan upaya untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.

"Shift Left" melibatkan seluruh tim pengembangan, termasuk pengujian, pengamanan, dan pengembangan, sejak tahap awal. Ini berarti kolaborasi yang lebih erat antar-tim dan berfokus pada hasil yang lebih baik.

Penerapan "Shift Left" memungkinkan tim untuk lebih proaktif dalam merencanakan dan mengelola risiko yang mungkin muncul selama pengembangan IoT. Identifikasi risiko dan perencanaan mitigasi dilakukan lebih awal dalam siklus proyek. Dengan mengidentifikasi masalah dan kelemahan lebih awal, "Shift Left" dapat menghemat waktu dan biaya yang mungkin diperlukan untuk memperbaiki masalah tersebut di tahap akhir pengembangan.



G. The Next V

Konsep "The Next V" dalam prinsip *Internet of Things* (IoT) adalah istilah yang mengacu pada empat elemen kunci yang membentuk fondasi teknologi IoT. Keempat elemen ini dimulai dengan huruf "V," yang mencakup *Volume*, *Velocity*, *Variety*, dan *Veracity* (Maryanto, 2017).

Definisi *volume* mengacu pada jumlah besar data yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Data ini mencakup informasi dari berbagai sensor, perangkat, dan sumber dalam ekosistem IoT. Mengelola dan menganalisis volume data yang besar adalah tantangan utama dalam IoT.

Definisi *velocity* mengacu pada laju di mana data dihasilkan, dikirim, dan diterima oleh perangkat IoT. IoT seringkali melibatkan data yang dihasilkan secara real-time. Kecepatan data dapat menjadi kunci dalam aplikasi IoT yang memerlukan respons cepat, seperti sistem otomatisasi industri atau kendaraan terhubung.

Definisi *variety* berhubungan dengan beragamnya jenis data dalam IoT. Data dapat berupa teks, gambar, suara, atau data sensor yang berbeda-beda. IoT mengintegrasikan berbagai jenis data, dan analisis harus mampu mengatasi variasi ini untuk menghasilkan wawasan yang berarti.

Definisi *veracity* mengacu pada tingkat keakuratan dan keandalan data dalam IoT. Data yang tidak akurat atau meragukan dapat mengarah pada kesalahan interpretasi dan keputusan yang salah. Penting untuk memastikan bahwa data IoT akurat, terutama dalam kasus aplikasi yang kritis seperti perawatan kesehatan atau sistem transportasi.

Dampak Positif Internet Of Things

Di era modern sekarang ini, dampak Internet of Things (IoT) memiliki banyak manfaat. Dengan IoT kita bisa menghubungkan bermacam alat dengan koneksi internet, baik itu alat rumah tangga seperti televisi, kulkas, Air Conditioner, kompor, lampu, dan peralatan entertainment seperti home theatre, sampai mesin industri pabrik dan kendaraan bermotor.

Menurut Marina Artiyasa dalam tulisannya yang berjudul *Mengenal IoT dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Manusia*, begitu banyak dampak positif IoT dalam kehidupan kita. Salah satunya adalah efisiensi dan menghemat tenaga. Contohnya dibidang pertanian, kita bisa menghemat air, pupuk, herbisida, jumlah tenaga kerja, dan lamanya waktu bekerja di ladang. Data dari sensor diolah dengan software untuk membuat keputusan jitu. Imbasnya, produktivitas meningkat. Panen bukan hanya lebih banyak, tetapi juga lebih berkualitas, dan harga jualnya naik. Petani bisa hidup lebih layak, bahkan sangat sejahtera.

Dampak positif lainnya, **lingkungan hidup lebih bersih**. Petani bisa menghemat herbisida sehingga tidak ada yang terbuang percuma dan membahayakan tanaman lain. Penegakan

hukum lebih mudah sebab penyebab polusi akan mudah diketahui. Kendaraan dengan asap di atas ambang batas bisa diketahui dan ditindak, begitu juga pabrik pembuang limbah.

IoT juga akan melahirkan **bisnis-bisnis baru**. Misalnya, sensor dan kamera bisa dipakai di restoran. Layanan lebih cepat, pelayan lebih sedikit, dan modal usaha lebih ringan. Amazon bahkan telah bereksperimen dengan Amazon Go, sebuah cara baru berbelanja di supermarket tanpa kasir. Pembeli menghemat waktu sebab tidak perlu antri di kasir. Toko pun tak perlu menggaji banyak pelayan.

Pada cara kerjanya, IoT tidak terlepas dari konsep dasar yang menghubungkan perangkat ke internet dan sebaliknya, bisa berupa ponsel, speaker, TV, dan lain sebagainya. Semua yang saling terhubung akan mengumpulkan dan berbagi data sebab adanya chip komputer dan jaringan nirkabel yang sudah tersebar ke mana-mana.

Peran manusia dalam menjalankan kecanggihan teknologi ini adalah sebagai kontrol dan monitor. Inilah yang pada akhirnya membuat segala aktivitas dalam menjalani kehidupan menjadi lebih mudah.

Beberapa manfaat utama dari IoT adalah sebagai berikut:

1. **Efisiensi Operasional**- IoT dapat meningkatkan efisiensi operasional dalam berbagai industri. Dengan menghubungkan perangkat fisik dan mengumpulkan data secara real-time, IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian yang lebih baik. Ini dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi pemborosan, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi biaya operasional.

2. **Peningkatan Kualitas Hidup-** IoT dapat meningkatkan kualitas hidup melalui berbagai aplikasi yang berfokus pada kenyamanan, kesehatan, dan keamanan. Contohnya adalah rumah pintar (smart home) yang memungkinkan kontrol otomatis dan pengawasan melalui perangkat terhubung, sistem kesehatan pintar yang memantau kondisi pasien secara real-time, dan transportasi cerdas yang meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi.
3. **Analitik dan Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik-** Dengan mengumpulkan data secara terus-menerus dari perangkat terhubung, IoT memberikan sumber data yang kaya untuk analitik dan pengambilan keputusan yang lebih baik. Data ini dapat digunakan untuk mendapatkan wawasan mendalam tentang operasi, perilaku konsumen, tren pasar, dan banyak lagi. Hal ini memungkinkan perusahaan dan organisasi untuk mengoptimalkan strategi, mengidentifikasi peluang baru, dan merespons dengan cepat terhadap perubahan.
4. **Keamanan dan Keandalan-** IoT dapat meningkatkan keamanan dan keandalan dalam berbagai konteks. Misalnya, dengan menggunakan sistem keamanan IoT, kita dapat memantau dan mengamankan rumah atau gedung dengan lebih efektif. Di industri, IoT juga dapat digunakan untuk pemantauan infrastruktur kritis, seperti jaringan listrik, jaringan air, dan jaringan transportasi, sehingga memungkinkan deteksi dini dan pencegahan kerusakan atau gangguan.
5. **Efisiensi Energi dan Lingkungan-** IoT dapat membantu dalam mengelola dan mengoptimalkan penggunaan energi. Contohnya adalah penggunaan smart grid untuk mengatur

dan mengoptimalkan distribusi listrik, penggunaan sensor pintar untuk pengelolaan air yang efisien, dan sistem pengawasan lingkungan untuk mengukur dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

6. **Kemajuan dalam Industri dan Inovasi-** IoT telah mendorong kemajuan dalam berbagai industri dan mendorong inovasi baru. Misalnya, IoT telah memungkinkan perkembangan kendaraan otonom, manufaktur cerdas, pertanian presisi, dan perawatan kesehatan digital. Hal ini membuka peluang baru untuk efisiensi, keunggulan kompetitif, dan transformasi industri.

Dampak Negatif Internet Of Things

Salah satu tantangan yang harus diatasi untuk mendorong implementasi IoT secara luas adalah faktor keamanan. IoT merupakan sebuah sistem kompleks yang melibatkan banyak komponen. Kompleksitasnya bukan hanya karena keterlibatan berbagai entitas seperti data, perangkat, jalur komunikasi, sensor, dan lain-lain, tetapi juga karena melibatkan berbagai peralatan dengan beragam kemampuan komunikasi dan pengolahan data. Banyaknya entitas dan data yang terlibat membuat IoT menghadapi risiko keamanan yang dapat mengancam dan membahayakan konsumen. Ancaman ini dapat berupa akses oleh orang yang tidak berhak untuk mengakses data dan menyalahgunakan informasi personal, memfasilitasi serangan terhadap sistem yang lain, serta mengancam keselamatan personal penggunanya. Ancaman-ancaman yang dapat memengaruhi entitas IoT sangat beragam, tergantung pada target serangan tersebut. Berikut beberapa dampak negative dari penggunaan IoT.

A. Masalah Keamanan

Perangkat IoT sering kali rentan terhadap serangan siber karena terbatasnya daya komputasi dan terburu-buru memasarkannya. Keamanan yang lemah dapat menyebabkan pelanggaran data, pelanggaran privasi, dan bahkan kerusakan fisik jika perangkat yang terhubung mengontrol infrastruktur penting (Ziegeldorf et al., 2014). Berikut beberapa contoh kasus dalam masalah keamanan dalam penggunaan Internet of Things (IoT).

1. Serangan Kamera Keamanan

Sejumlah besar kamera keamanan yang terhubung ke internet telah menjadi target utama serangan siber. Beberapa kasus melibatkan peretasan kamera keamanan untuk mengintai pengguna, merekam aktivitas pribadi, atau bahkan mengakses jaringan rumah.

2. Serangan Botnet

Pada tahun 2016, serangan terhadap Mirai Botnet melumpuhkan sejumlah besar perangkat IoT, termasuk kamera keamanan, router, dan perangkat pintar lainnya. Botnet ini memanfaatkan perangkat IoT yang memiliki keamanan yang lemah, menjadikannya alat untuk meluncurkan serangan DDoS besar.

3. Kendaraan Terhubung

IoT digunakan dalam kendaraan terhubung, seperti mobil pintar. Keamanan yang buruk pada perangkat ini dapat memungkinkan peretas untuk mengambil alih kendali kendaraan, mengancam keselamatan pengemudi dan penumpang. Pada tahun 2015, peneliti berhasil

meretas kendaraan terhubung secara remote, mematikan mesin, dan mengendalikannya.

4. Serangan Rumah Pintar

Perangkat pintar dalam rumah seperti thermostat cerdas atau lampu pintar dapat menjadi pintu masuk bagi peretas ke jaringan rumah. Melalui perangkat ini, peretas dapat mencuri data pribadi, mengontrol perangkat lain, atau bahkan mengganggu layanan kelistrikan atau keamanan rumah.

5. Serangan Terhadap Infrastruktur Kritis

IoT digunakan dalam infrastruktur kritis seperti pembangkit listrik dan sistem transportasi. Keamanan yang lemah pada perangkat IoT yang mengendalikan infrastruktur ini dapat membahayakan operasional dan keamanan masyarakat.

6. Serangan Peralatan Medis Terhubung

IoT digunakan dalam peralatan medis terhubung seperti pompa insulin pintar. Jika perangkat ini diretas, maka nyawa pasien dapat terancam. Pada tahun 2017, peneliti menemukan kelemahan keamanan pada pompa insulin yang dapat dimanfaatkan oleh peretas untuk mengubah dosis yang disuntikkan.

7. Serangan pada Perangkat Pintar dalam Kantor

Banyak kantor menggunakan perangkat pintar seperti printer dan kamera video konferensi. Keamanan yang buruk pada perangkat ini dapat mengakibatkan pencurian data bisnis atau serangan terhadap jaringan perusahaan.

B. Risiko Privasi

Penyebaran perangkat IoT secara luas dapat mengakibatkan pengumpulan data pribadi dalam jumlah besar, sehingga meningkatkan kekhawatiran tentang privasi pengguna (Alaba et al., 2017). Berikut beberapa contoh dari dampak resiko privasi.

1. Penyadapan Aktivitas Rumah Tangga

Perangkat IoT seperti kamera keamanan, speaker pintar, atau perangkat rumah pintar lainnya dapat terus-menerus mengumpulkan data tentang aktivitas dan rutinitas penghuni rumah tanpa sepengetahuan mereka, hal ini memberikan dampak kepada risiko privasi mencakup pencurian video atau audio yang mencakup momen pribadi, seperti percakapan keluarga atau kegiatan rumah tangga yang tidak seharusnya diakses oleh pihak ketiga.

2. Penggunaan Data Pribadi untuk Periklanan

Perusahaan sering menggunakan data yang dikumpulkan dari perangkat IoT untuk profil pengguna dan menargetkan iklan yang sesuai dengan preferensi dan perilaku mereka, hal ini memberikan dampak kepada penggunaan data pribadi untuk periklanan dapat dianggap sebagai pelanggaran privasi, karena data individu digunakan tanpa izin mereka dan seringkali tanpa pengetahuan mereka.

3. Pelanggaran Keamanan Data

Serangan siber yang mengarah pada pelanggaran data pada perangkat IoT dapat mengungkapkan

informasi pribadi seperti alamat, nomor telepon, atau data sensitif lainnya. Hal ini memberikan dampak risiko yang dapat menyebabkan pencurian identitas, penipuan, atau penyalahgunaan informasi pribadi oleh peretas.

4. Penyimpanan Data yang Tidak Aman

Banyak perangkat IoT menyimpan data pengguna secara lokal atau di cloud. Keamanan data yang buruk atau kerentanan di perangkat ini dapat mengakibatkan akses tidak sah ke data pribadi. Data pribadi dapat diambil oleh peretas dan digunakan untuk tujuan yang tidak sah.

5. Pemanfaatan Data oleh Pihak Ketiga

Beberapa perusahaan IoT membagikan data pengguna dengan pihak ketiga, seperti aplikasi pihak ketiga atau mitra bisnis, tanpa pengetahuan atau izin pengguna. Ini dapat mengakibatkan hilangnya kendali atas data pribadi dan penggunaan data oleh pihak yang tidak diinginkan.

6. Masalah Konfigurasi Default

Banyak perangkat IoT datang dengan konfigurasi default yang lemah, seperti kata sandi baku yang mudah ditebak. Jika pengguna tidak mengganti konfigurasi ini, perangkat dapat menjadi sasaran mudah bagi peretas. Peretas dapat dengan mudah mengakses perangkat dan data pribadi pengguna.

7. Serangan Sniffing Data

Peretas dapat menggunakan teknik sniffing data untuk memantau lalu lintas data antara perangkat IoT

dan jaringan, sehingga dapat mencuri data pribadi. Data pribadi, seperti kata sandi atau informasi finansial, dapat direkam oleh peretas.

C. Tantangan Manajemen Data

Mengelola dan memproses data dalam jumlah besar yang dihasilkan oleh perangkat IoT dapat membebani infrastruktur TI, sehingga menimbulkan tantangan manajemen data (Dubé et al., 2018). Tantangan manajemen data dalam konteks Internet of Things (IoT) memang nyata karena volume data yang besar dan beragam yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Berikut adalah contoh konkret dari tantangan-tantangan manajemen data dalam implementasi IoT.

1. Pengumpulan Data Real-Time

Banyak perangkat IoT menghasilkan data dalam waktu nyata, seperti sensor cuaca yang mengukur suhu dan kelembaban setiap detik. Pengumpulan data real-time ini memerlukan infrastruktur yang mampu menangani arus data yang terus menerus. Tantangan utama adalah memproses dan menyimpan data real-time dengan cepat dan efisien untuk analisis atau pengambilan keputusan.

2. Volume Data yang Besar

IoT menghasilkan volume data yang sangat besar, terutama ketika diterapkan dalam industri atau lingkungan yang luas. Misalnya, sensor di pabrik otomotif dapat menghasilkan ribuan data per detik. Memerlukan infrastruktur penyimpanan data yang besar

dan kemampuan pemrosesan data yang skalabel untuk mengelola dan menganalisis volume data yang signifikan.

3. Perubahan Skala yang Cepat

IoT memungkinkan perusahaan untuk dengan cepat menambah jumlah perangkat dalam jaringan mereka. Misalnya, perusahaan pertanian yang memasang sensor pada ratusan hektar lahan dalam waktu singkat. Manajemen data harus dapat menyesuaikan diri dengan perubahan skala ini dan mengintegrasikan perangkat baru dengan cepat ke dalam infrastruktur.

4. Kualitas Data yang Beragam

Data dari perangkat IoT dapat memiliki kualitas yang beragam. Beberapa data mungkin akurat, sementara yang lain mungkin tidak akurat atau mengandung kesalahan. Tantangan terletak dalam memvalidasi dan membersihkan data yang tidak akurat atau tidak lengkap sebelum menggunakannya untuk analisis atau pengambilan keputusan.

5. Kebutuhan untuk Data Retention yang Panjang

Beberapa data IoT, seperti data lingkungan atau kesehatan, mungkin perlu disimpan dalam jangka waktu yang panjang untuk tujuan regulasi atau analisis historis. Manajemen data harus mempertimbangkan bagaimana menyimpan data dalam jangka waktu yang lama, termasuk biaya penyimpanan dan kepatuhan terhadap regulasi privasi data.

Manajemen data yang efektif dalam lingkungan IoT merupakan komponen kunci untuk memastikan bahwa

data yang dihasilkan oleh perangkat IoT dapat memberikan nilai tambah dan mendukung pengambilan keputusan yang baik. Ini mencakup infrastruktur data yang kuat, alat analisis yang tepat, serta kebijakan dan prosedur yang sesuai untuk pengelolaan data yang aman dan efisien.

D. Masalah Interoperabilitas

Tantangan interoperabilitas muncul ketika perangkat IoT dari produsen berbeda menggunakan protokol dan standar komunikasi yang berbeda-beda (Ahmad et al., 2022). Tantangan interoperabilitas dalam konteks Internet of Things (IoT) memang nyata dan dapat menghambat integrasi yang mulus antara perangkat IoT dari berbagai produsen. Berikut adalah contoh konkret dari masalah interoperabilitas dalam IoT.

1. Perangkat Smart Home yang Inkompatibel

Dalam rumah pintar, berbagai perangkat seperti lampu pintar, thermostat cerdas, dan kamera keamanan mungkin diproduksi oleh berbagai produsen yang menggunakan protokol komunikasi yang berbeda. Pengguna mungkin kesulitan mengintegrasikan perangkat tersebut ke dalam satu sistem, yang membuat rumah pintar tidak seefisien dan kurang praktis.

2. Mobilitas Kendaraan Terhubung

Dalam kendaraan terhubung (misalnya, mobil pintar), perangkat IoT dari berbagai produsen seperti produsen mobil, produsen sistem hiburan, dan produsen sistem keamanan dapat menggunakan protokol yang

tidak kompatibel satu sama lain. Kesulitan dalam mengintegrasikan perangkat tersebut dapat menghambat pengalaman pengemudi dan menunda kemajuan dalam mobilitas terhubung.

3. Smart Cities yang Tidak Terpadu

Dalam konteks kota pintar (smart city), berbagai infrastruktur seperti sensor lalu lintas, pencahayaan jalan, dan manajemen air mungkin berasal dari berbagai produsen dengan protokol komunikasi yang berbeda. Keterbatasan interoperabilitas dapat menghambat kemampuan kota untuk menggabungkan data dari berbagai sumber dan mengoptimalkan operasi kota.

4. Kesehatan Terhubung

Perangkat IoT dalam perawatan kesehatan seperti alat pemantau pasien, pompa insulin cerdas, dan perangkat medis terhubung mungkin sulit diintegrasikan dengan sistem rekam medis elektronik (EMR) yang menggunakan standar komunikasi yang berbeda. Ini dapat mengganggu koordinasi perawatan pasien, menghambat penggunaan data kesehatan yang kaya, dan meningkatkan risiko kesalahan.

5. Industri 4.0 dan Manufaktur Cerdas

Dalam industri 4.0, berbagai perangkat IoT digunakan dalam pabrik cerdas untuk mengoptimalkan produksi. Perangkat dari berbagai produsen mungkin tidak kompatibel satu sama lain. Ini dapat mengganggu otomatisasi dan integrasi dalam rantai pasokan dan produksi.

6. Kebutuhan untuk Protokol Komunikasi Bersama

Perangkat IoT yang beroperasi dalam berbagai lingkungan, seperti rumah, kota, dan industri, memerlukan protokol komunikasi bersama yang dapat digunakan oleh berbagai produsen. Adopsi protokol yang bersama akan memfasilitasi interoperabilitas dan integrasi yang lebih baik antara perangkat IoT.

Interoperabilitas yang buruk antara perangkat IoT dapat membatasi kemampuan untuk mencapai potensi penuh dari IoT dalam berbagai aplikasi. Untuk mengatasi masalah ini, standar komunikasi yang bersama dan kerja sama antara produsen dalam mengembangkan perangkat IoT yang kompatibel sangat penting.

E. Dampak Lingkungan

Produksi, pembuangan, dan konsumsi energi perangkat IoT dapat berkontribusi terhadap limbah elektronik dan pencemaran lingkungan (Salam, 2020). Berikut adalah contoh-contoh dampak lingkungan yang terkait dengan IoT:

1. Elektronik Limbah (E-waste)

Produksi dan peningkatan penggunaan perangkat IoT dapat menyebabkan peningkatan limbah elektronik. Ketika perangkat IoT usang atau rusak, mereka sering dibuang, yang dapat menciptakan masalah limbah elektronik. E-waste mengandung bahan berbahaya seperti timbal, merkuri, dan kadmium, yang dapat mencemari tanah dan air jika tidak didaur ulang dengan benar.

2. Konsumsi Energi

Perangkat IoT memerlukan daya untuk beroperasi dan terhubung ke jaringan. Ini dapat meningkatkan konsumsi energi, terutama jika perangkat IoT banyak digunakan dalam skala besar. Peningkatan konsumsi energi dapat menyebabkan peningkatan emisi karbon dan berkontribusi terhadap perubahan iklim.

3. Penggunaan Sumber Daya yang Berlebihan

Penggunaan perangkat IoT yang berlebihan, terutama dalam aplikasi industri atau kota pintar, dapat mengakibatkan penggunaan sumber daya yang berlebihan seperti air, energi, dan bahan mentah. Penggunaan sumber daya yang berlebihan dapat mengancam kelangsungan lingkungan dan dapat mempengaruhi ekosistem alam.

4. Pencemaran Elektromagnetik

Penggunaan perangkat IoT yang besar dapat menghasilkan lebih banyak radiasi elektromagnetik, terutama dari perangkat nirkabel seperti router Wi-Fi. Pencemaran elektromagnetik dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan, meskipun risikonya tergantung pada tingkat paparan.

5. Kebutuhan Pendinginan Tambahan

Pusat data yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data dari perangkat IoT sering memerlukan sistem pendinginan yang besar untuk menjaga suhu optimal. Sistem pendinginan yang besar dapat mengonsumsi energi tambahan dan berkontribusi pada peningkatan emisi karbon.

6. Pembuangan Baterai

Banyak perangkat IoT yang menggunakan baterai sebagai sumber daya energi. Ketika baterai habis, pembuangan baterai yang tidak sesuai dapat mencemari lingkungan. Bahan beracun dalam baterai seperti timbal dan merkuri dapat mencemari tanah dan air jika tidak didaur ulang dengan benar.

Penting untuk mempertimbangkan dampak lingkungan dari penggunaan IoT dan menerapkan praktik berkelanjutan seperti daur ulang perangkat yang tidak terpakai, efisiensi energi, dan penggunaan sumber daya yang bijak untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Selain itu, pengembangan perangkat IoT yang ramah lingkungan dapat membantu mengurangi jejak lingkungan mereka.

Skill Developer Internet Of Things

A. Pemrograman

Internet of Things (IoT) beroperasi dengan memanfaatkan parameter pemrograman. Di dalamnya, setiap perintah parameter menghasilkan otomatis interaksi antara perangkat mesin yang terhubung, tanpa perlu campur tangan manusia, bahkan dari jarak yang jauh. Interaksi antar perangkat ini terjadi melalui internet dan dapat dipantau serta dikendalikan oleh manusia.

Internet of Things berfungsi dengan menerjemahkan bahasa pemrograman yang dimasukkan ke dalam berbagai jenis mikrokontroler yang tersedia, seperti Arduino, Uno-R3, Raspberry Pi, Intel Galileo, dan varian lainnya. Setiap mikrokontroler memiliki tingkat kecerdasan yang berbeda dan juga beragam dalam hal harga.

Konektivitas internet menjadi elemen kunci dalam kesuksesan penerapan Internet of Things (IoT) karena informasi yang diperoleh dari IoT sangat bergantung pada ketersediaan koneksi internet. Koneksi yang tidak stabil

dapat mengakibatkan kualitas informasi yang diterima menjadi kurang memuaskan.

Selain memahami bahasa pemrograman, penting juga untuk memiliki pemahaman logika yang kuat dalam konteks Internet of Things (IoT). Oleh karena itu, meningkatkan kemampuan berpikir logis merupakan salah satu usaha untuk memudahkan pemahaman tentang IoT. Bahasa pemrograman yang harus dikuasai dalam IoT adalah bahasa pemrograman C, meskipun ada pilihan bahasa pemrograman lain yang dapat digunakan. Di bawah ini adalah beberapa jenis bahasa pemrograman yang dapat digunakan dalam implementasi IoT:

1. Bahasa Pemrograman C

Bahasa C merupakan perkembangan dari bahasa B yang diciptakan oleh Dennis Ritchie. Ini adalah bahasa pemrograman umum yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Bahasa C memiliki lebih banyak kemampuan daripada bahasa pemrograman lainnya. Banyak aplikasi yang telah dikembangkan menggunakan bahasa C, termasuk pemrograman sistem, kecerdasan buatan (artificial intelligence), sistem pakar, utilitas, driver perangkat keras, basis data, peramban web, pemrograman jaringan, sistem operasi, permainan, perangkat lunak berbahaya (virus), dan banyak lagi. Bahkan, Pengembangan Perangkat Lunak (Software Development Kit) untuk Windows juga ditulis dalam bahasa C. (Gifson dan Slamet, 2009). Dikarenakan sifatnya yang dapat digunakan dengan mudah pada berbagai komputer tanpa memerlukan banyak modifikasi, program yang dikodekan menggunakan

bahasa C pada satu komputer dapat dijalankan di komputer lain. (Mentaruk, Najoan dan Lumenta, 2020). Bahasa pemrograman ini sangat umum digunakan dalam pengembangan perangkat keras (hardware) IoT karena efisiensi dan kecepatannya. Contohnya, Arduino dan banyak mikrokontroler menggunakan bahasa ini.

Bahasa pemrograman C memiliki peran yang sangat sentral dalam ekosistem IoT. Bahasa ini digunakan secara luas dalam hampir semua tahap proyek IoT, terutama ketika berurusan dengan perangkat tertanam, dan diakui dalam berbagai aspek internet. Selama beberapa tahun, bahasa pemrograman C telah menjadi fondasi atau titik tolak untuk perkembangan banyak bahasa pemrograman lain yang muncul, menjadikannya sebagai persyaratan dasar bagi siapa pun yang ingin menjelajahi dunia IoT. Bahasa C juga sering digunakan dalam implementasi perangkat IoT seperti Arduino. Meskipun ada berbagai bahasa pemrograman yang lebih tinggi tingkat abstraksinya daripada C, C tetap menjadi bahasa pemrograman fundamental yang perlu dipahami oleh semua orang dalam konteks IoT.

2. Bahasa Pemrograman C++

Bahasa C++ adalah perluasan dari bahasa C yang berorientasi pada objek dan memiliki kemampuan pemrosesan yang lebih kuat daripada bahasa C dalam menangani bahasa yang lebih tinggi dan kompleks. C++ telah diterapkan dalam pengembangan perangkat tertanam (embedded programming) dan digunakan secara luas dalam proyek-proyek yang melibatkan sistem operasi Linux. Bahasa ini dapat menambahkan lapisan

abstraksi, kelas, dan objek, memungkinkan pengembang untuk memasukkan kode pemrograman yang akan disematkan (embedded) ke dalam kode IoT. Selain itu, C++ telah menjadi sumber inspirasi untuk lahirnya bahasa pemrograman lain seperti Java, Python dan sebagainya.

Dalam penerapan Internet of Things (IoT), bahasa pemrograman C++ memainkan peran penting sebagai salah satu pilihan yang sangat relevan. C++ menonjol karena efisiensi dan kontrol tingkat rendahnya, yang penting dalam mengelola perangkat keras yang sering memiliki sumber daya terbatas seperti daya dan memori. Kemampuan portabilitasnya memungkinkan pengembang untuk dengan mudah memindahkan kode mereka antara berbagai platform perangkat keras IoT yang berbeda (Iqbal *et al.*, 2021). Bahasa berorientasi objek ini memungkinkan pengorganisasian kode yang terstruktur dengan menggunakan konsep seperti kelas dan objek, yang sangat berguna dalam mengatasi kompleksitas aplikasi IoT. C++ juga didukung oleh berbagai mikrokontroler yang digunakan dalam IoT, seperti Arduino, memungkinkan pengembang untuk mengendalikan perangkat keras dengan efisien. Selain itu, pustaka dan dukungan komunitas yang kaya mempercepat pengembangan perangkat lunak IoT. Keseluruhan, C++ adalah pilihan yang kuat dalam penerapan IoT, terutama bagi mereka yang mengutamakan efisiensi, kontrol perangkat keras, dan struktur berorientasi objek dalam pengembangan solusi IoT mereka.

3. Bahasa Pemrograman Java

Bahasa pemrograman Java memainkan peran yang signifikan dalam penerapan Internet of Things (IoT) karena memiliki karakteristik yang menguntungkan. Java adalah bahasa pemrograman yang dapat dengan mudah diporting dan menjalankan kode pada berbagai platform, membuatnya cocok untuk ekosistem IoT yang beragam (Rozi, 2022). Bahasa ini telah dipilih oleh para ahli sebagai pilihan terbaik untuk IoT. Selain itu, Java juga sangat populer pada tahun 2015 dalam dunia pemrograman. Dalam konteks penggunaannya yang luas, Java juga digunakan sebagai bahasa pemrograman yang mendukung berbagai pengembangan dalam sektor industri dan IoT. Sebagai contoh, Oracle telah mengembangkan platform bernama Oracle Java Embedded, yang dapat diterapkan dalam kendaraan yang terhubung dan mendukung proses data mining yang terjadi di dalam kendaraan tersebut.

Selain itu, Java terkenal karena keamanannya, yang menjadi hal krusial dalam konteks IoT untuk melindungi perangkat dan data dari potensi ancaman siber. Java juga memiliki dukungan yang kuat untuk pemrograman berorientasi objek, yang memfasilitasi strukturisasi dan pengelolaan kode yang baik dalam proyek-proyek IoT yang kompleks. Selain itu, berkat dukungan dari berbagai perusahaan besar seperti Oracle, Java memiliki sumber daya, pustaka, dan alat yang kaya untuk memfasilitasi pengembangan aplikasi IoT. Meskipun Java mungkin lebih memakan sumber daya daripada bahasa pemrograman yang lebih ringan, keteguhan keamanannya dan potensi untuk mengembangkan

aplikasi IoT yang kuat membuatnya menjadi pilihan yang valid dalam penerapan IoT yang memerlukan keamanan dan fleksibilitas.

4. Bahasa Pemrograman Python

Python adalah bahasa pemrograman yang paling umum digunakan dalam pengembangan aplikasi web, tetapi telah menarik perhatian dalam dunia pemrograman IoT (Jaka Naufal Semendawai *et al.*, 2021). Ini karena bahasa pemrograman Python digunakan oleh perusahaan teknologi terkemuka seperti Google, Yahoo, dan NASA. Bahkan, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Karlsruhe University di Jerman menemukan bahwa Python dapat menjadi pilihan yang lebih produktif daripada bahasa C atau Java dalam berbagai konteks pemrograman, termasuk dalam operasi seperti manipulasi string dan pencarian. Bahasa pemrograman Python telah mendapatkan popularitas yang signifikan dalam penerapan Internet of Things (IoT) berkat sifatnya yang mudah dipelajari, kemampuan untuk bekerja dengan berbagai jenis perangkat keras, dan ekosistem yang luas. Python memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam pengembangan solusi IoT dengan kurva pembelajaran yang relatif lebih landai daripada bahasa pemrograman lainnya. Bahasa ini memiliki dukungan pustaka yang kaya, seperti MicroPython dan CircuitPython, yang dirancang khusus untuk perangkat IoT, membuatnya lebih mudah untuk mengendalikan perangkat keras. Python juga memiliki dukungan yang kuat untuk pemrosesan data, analisis, dan visualisasi, yang berguna dalam mengolah data dari berbagai sensor

yang digunakan dalam IoT. Meskipun Python mungkin memiliki kinerja yang kurang efisien dibandingkan dengan bahasa yang lebih rendah tingkat abstraksi, sifatnya yang mudah digunakan dan ekosistem yang kuat membuatnya menjadi pilihan yang menarik dalam pengembangan berbagai aplikasi IoT, termasuk perangkat rumah pintar, pemantauan lingkungan, dan banyak lagi. dalam kamus data.

B. Pemahaman Perangkat Keras (Hardware)

Keterampilan pemahaman perangkat keras adalah salah satu aspek paling penting dalam belajar Internet of Things (IoT). Pemahaman perangkat keras memungkinkan untuk memahami berbagai komponen fisik yang digunakan dalam perangkat IoT, seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Kemampuan untuk mengidentifikasi, menghubungkan, dan memahami peran setiap perangkat keras ini adalah kunci untuk merancang solusi IoT yang efektif.

Pemahaman yang baik tentang berbagai jenis sensor memungkinkan untuk memilih sensor yang paling sesuai untuk proyek IoT mereka. Setiap sensor memiliki karakteristik dan kegunaan yang berbeda, seperti sensor suhu, sensor gerakan, sensor tekanan, dan banyak lagi. Dengan memahami jenis-jenis sensor ini, pengembang IoT dapat memilih yang paling cocok untuk tujuan pengukuran atau pemantauan yang mereka inginkan.

Pemahaman sensor-sensor memungkinkan untuk mengintegrasikan sensor ke dalam solusi IoT dengan benar. Ini mencakup pengkabelan yang tepat, konfigurasi sensor, pengambilan data, dan pemrosesan data yang dihasilkan oleh

sensor. Dengan pemahaman ini, pengembang dapat memastikan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat, yang sangat penting dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam aplikasi IoT.

Pemahaman sensor-sensor memungkinkan untuk melakukan pemeliharaan dan pemecahan masalah pada perangkat IoT mereka. Ketika sensor mengalami masalah atau perlu dikalibrasi, pemahaman ini memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi masalah dan mengambil tindakan yang diperlukan. Selain itu, pemahaman sensor-sensor juga membantu dalam proses peningkatan sistem IoT dengan menggantikan atau mengupgrade sensor sesuai kebutuhan. Keseluruhan, keterampilan pemahaman sensor-sensor adalah elemen kunci dalam mengembangkan dan mengelola aplikasi IoT yang sukses.

Mikrokontroler adalah otak dari perangkat IoT, dan pemahaman tentang jenis mikrokontroler yang berbeda, seperti Arduino, Raspberry Pi, atau ESP8266/ESP32, membantu dalam memilih perangkat yang cocok dengan kebutuhan proyek, sumber daya, dan tingkat kompleksitasnya. Pemahaman mikrokontroler adalah aspek kunci dalam belajar Internet of Things (IoT). Pertama, pemahaman yang kuat tentang mikrokontroler memungkinkan untuk memilih dan mengkonfigurasi perangkat keras yang sesuai untuk proyek IoT mereka.

Pemahaman mikrokontroler memungkinkan pengembang untuk menguasai pemrograman perangkat keras (firmware) yang diperlukan untuk mengendalikan sensor-sensor, aktuator, dan komunikasi dengan perangkat lain dalam jaringan IoT. Ini melibatkan pemahaman bahasa

pemrograman yang digunakan oleh mikrokontroler, seperti C/C++ atau Python, serta bagaimana menghubungkan perangkat keras dengan kode yang tepat.

Keterampilan pemahaman aktuator adalah elemen penting dalam belajar Internet of Things (IoT). Pemahaman yang kuat tentang aktuator memungkinkan untuk memilih dan mengintegrasikan perangkat keras yang sesuai untuk menjalankan tindakan fisik atau respons dalam solusi IoT mereka. Aktuator berperan penting dalam mengubah data atau perintah dari sensor menjadi tindakan nyata, seperti mengaktifkan pompa air, menggerakkan motor, atau mengendalikan kunci pintu otomatis. Memilih aktuator yang sesuai dengan kebutuhan proyek dan memahami cara menghubungkannya dengan perangkat mikrokontroler adalah bagian penting dalam pengembangan aplikasi IoT.

Pemahaman aktuator memungkinkan pengembang untuk menguasai pengendalian dan pemrograman aktuator. Ini melibatkan pemahaman tentang bahasa pemrograman dan protokol komunikasi yang digunakan untuk mengontrol aktuator. Pemrograman aktuator memungkinkan pengembang untuk mengatur respons yang tepat berdasarkan data yang diterima dari sensor atau perangkat lain dalam jaringan IoT. Hal ini sangat penting dalam menciptakan aplikasi IoT yang responsif dan efektif.

Pemahaman perangkat keras memungkinkan pengembang IoT untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Dengan memahami batasan perangkat keras seperti kapasitas memori, daya, dan kecepatan pemrosesan, pengembang dapat merancang aplikasi yang efisien dan dapat berjalan dengan baik pada perangkat IoT yang memiliki sumber daya terbatas. Hal ini memungkinkan untuk menghemat daya

baterai, memaksimalkan kinerja, dan mengurangi overhead yang tidak perlu. Ketika perangkat mengalami masalah atau gangguan, pemahaman perangkat keras memungkinkan pengembang untuk melakukan diagnosis yang tepat dan perbaikan yang diperlukan. Ini mencakup perawatan rutin, pembaruan firmware, atau penggantian komponen yang rusak. Keseluruhan, keterampilan pemahaman perangkat keras adalah fondasi yang krusial dalam perjalanan untuk menjadi seorang ahli dalam bidang Internet of Things.

C. Protokol Komunikasi

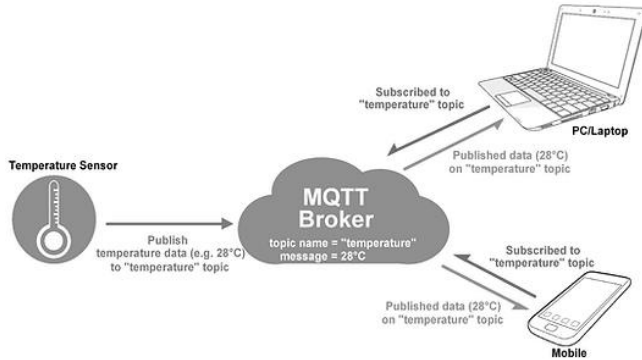
Dalam Internet of Things (IoT), sensor-sensor yang tertanam berkomunikasi dengan lingkungan sekitarnya. Data yang terkumpul dikirim untuk dianalisis. Jaringan yang digunakan untuk mentransmisikan data harus dirancang sebaik mungkin sehingga dapat menangani lalu lintas yang padat, harus memiliki tingkat keamanan yang tinggi, dan dapat diandalkan. Pengembang perlu memiliki pemahaman dasar tentang model OSI, cara kerja protokol konektivitas, dan pemahaman tentang standar terbaru dalam komunikasi IoT.

Dalam Internet of Things (IoT), terdapat berbagai jenis protokol komunikasi yang digunakan untuk memungkinkan perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain dan dengan sistem lain. Berikut adalah beberapa jenis protokol komunikasi yang umum digunakan dalam IoT:

1. Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

MQTT, singkatan dari Message Queuing Telemetry Transport, adalah salah satu protokol komunikasi yang digunakan dalam lingkungan Internet of Things (IoT).

Protokol ini beroperasi dalam kerangka kerja Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP) dan mengikuti standar berlangganan ISO untuk pertukaran pesan berbasis penerbitan. MQTT dirancang dengan tujuan untuk efisiensi penggunaan bandwidth jaringan yang terbatas, meningkatkan kecepatan pengiriman pesan, mengurangi proses encoding dan decoding data, dan menciptakan protokol yang berkinerja tinggi dengan konsumsi energi dan penggunaan media penyimpanan yang minimal (Hergika, Siswanto dan S, 2021).



Gambar 1. Konsep Protokol MQTT

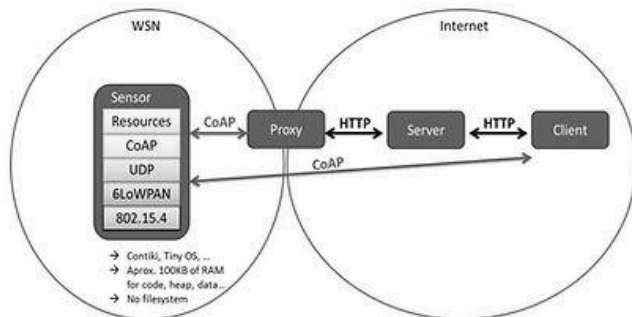
Keistimewaan dari protokol MQTT adalah penerapan konsep Publish/Subscribe, yang mirip dengan sistem komunikasi utama yang digunakan dalam Robot Operating System. Hal ini merupakan ciri khas yang membedakan MQTT, karena meskipun MQTT berbasis TCP/IP, ia tidak mengadopsi pendekatan Request/Response seperti yang digunakan oleh HTTP. Di dalam MQTT, terdapat entitas komunikasi pusat yang biasa disebut sebagai broker atau server. Broker berfungsi untuk menyortir pesan-pesan yang diterima dan

mengirimkannya kepada klien yang memiliki minat dalam menerima pesan tersebut. Setiap klien dapat berperan sebagai pengirim pesan (publisher) atau penerima pesan (subscriber). Pesan atau data yang disebutkan dalam konteks ini dapat berupa topik (topic) dan isi pesan (message). Topik adalah informasi yang tersimpan di dalam broker, sementara isi pesan adalah data yang akan dikirimkan. Konsep semacam ini memberikan solusi yang memungkinkan komunikasi pesan untuk diperluas dengan skala yang lebih besar, karena tidak ada ketergantungan yang kaku antara produsen data dan konsumen data (Susanto, Atmadji dan Brenkman, 2018).

2. Constrained Application Protocol (CoAP)

CoAP, singkatan dari Constrained Application Protocol, adalah sebuah protokol yang menawarkan produktivitas dan utilitas yang optimal di lingkungan internet, terutama untuk perangkat pintar seperti smartphone. CoAP beroperasi sebagai protokol transfer yang dikhususkan untuk penggunaan pada perangkat dengan sumber daya terbatas dan dalam jaringan yang memiliki keterbatasan. CoAP muncul sebagai protokol yang dikembangkan dalam rangka menggantikan peran protokol HTTP dalam era Internet of Things (IoT) (Fredrik, Kusyanti dan Siregar, 2020). Salah satu keunggulan utama CoAP adalah ukuran paket datanya yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan HTTP, yang berarti ia dapat menghemat penggunaan sumber daya jaringan dan meningkatkan efisiensi dalam mentransmisikan data, yang pada akhirnya mempercepat aliran

informasi. Dengan kata lain, protokol ini sangat cocok untuk digunakan dalam pembangunan sistem pengamatan. Saat ini, CoAP telah menjadi alternatif yang layak untuk menggantikan protokol HTTP yang lebih boros dalam penggunaan sumber daya. Pada tingkat standar, CoAP telah diadopsi sebagai protokol lapisan aplikasi yang diatur oleh Internet Engineering Task Force (IETF) dan dicatat dalam dokumen RFC7252.



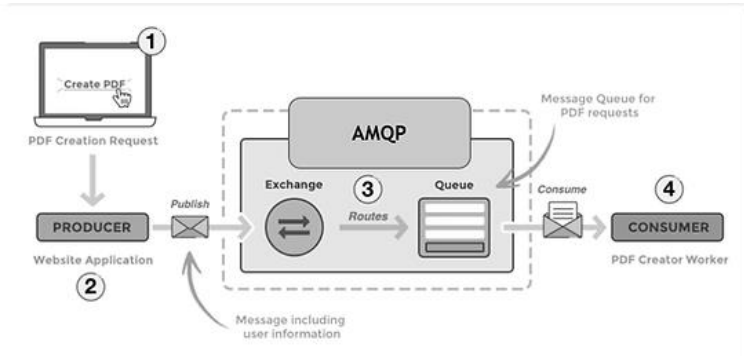
Gambar 2. Konsep Protokol CoAP

CoAP menerapkan prinsip pertukaran permintaan dan respons antara aplikasi dan titik akhir, mirip dengan konsep yang ada dalam HTTP. Namun, perbedaan utama terletak pada penggunaan protokol transport. CoAP tidak mengandalkan TCP seperti HTTP, melainkan beroperasi di atas protokol UDP. Hal ini bertujuan untuk menghindari kompleksitas kontrol kepadatan lalu lintas yang terkait dengan TCP. CoAP juga mengadopsi arsitektur Representational State Transfer (REST), yang menyediakan URI dan metode yang dikenal seperti GET, POST, PUT, dan DELETE. Untuk mengatasi kelemahan yang mungkin terjadi dengan penggunaan UDP, CoAP memperkenalkan mekanisme retransmisi yang

memungkinkan untuk pengiriman ulang pesan yang hilang. Selain itu, CoAP juga berupaya mengoptimalkan panjang datagramnya agar komunikasi tetap handal dan efisien (Amrullah, Al Rasyid dan Winarno, 2022).

1. Advanced Message Queuing Protocol (AMQP)

AMQP, yang merupakan singkatan dari Advanced Message Queuing Protocol, adalah protokol standar yang digunakan di lapisan aplikasi untuk sistem perantara pesan berorientasi pada pesan (Message Oriented Middleware). Pada dasarnya, AMQP telah diciptakan sebagai standar pertukaran pesan dan dirancang untuk digunakan dalam beragam lingkungan middleware yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam komunikasi data yang semakin kompleks saat ini (Yunandar dan Fahmi, 2022).



Gambar 3. Konsep Protokol AMQP

Pemrosesan protokol IoT AMQP melibatkan tiga elemen utama, yakni Exchange, Message Queue, dan Binding. Exchange adalah komponen di dalam broker yang mengikuti model AMQP, berperan dalam menerima pesan dan menempatkannya dalam antrian (queue).

Message queue adalah entitas yang berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan pesan serta menentukan konsumen mana yang akan menerima pesan tersebut. Di sisi lain, binding berfungsi untuk mengarahkan pesan dari exchange ke antrian. Keberadaan ketiga komponen ini memastikan proses pertukaran dan penyimpanan pesan berlangsung sukses, serta membantu dalam membangun hubungan yang efisien antara pesan-pesan tersebut. Protokol AMQP ini sering digunakan di industri perbankan, di mana setiap pesan yang dikirim oleh server dipantau hingga sampai ke tujuan atau pengguna yang dituju tanpa mengalami kegagalan.

3. Machine-to-Machine (M2M)

M2M Communication Protocol adalah protokol komunikasi terbuka yang dirancang untuk menyediakan manajemen aplikasi jarak jauh yang umumnya digunakan dalam konteks perangkat Internet of Things (IoT). Komunikasi M2M sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pemantauan suhu, kelembapan, hingga kendali jarak jauh. Untuk menghubungkan perangkat M2M, banyak yang memanfaatkan media komunikasi seperti standar 802.15.4.

Pemilihan protokol dalam komunikasi M2M sangat diperhatikan, karena operasionalnya memerlukan kecepatan dan kehandalan tinggi. Protokol ini juga efisien dalam hal biaya dan menggunakan jaringan publik untuk menciptakan lingkungan di mana dua mesin dapat berkomunikasi dan berbagi data. Protokol M2M mendukung kemampuan pemantauan otomatis dan

memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Implementasi protokol M2M dapat ditemukan dalam berbagai konteks, termasuk rumah pintar (smart homes), otentikasi kendaraan otomatis, mesin penjual (vending machines), dan mesin ATM.

4. Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP)

XMPP didesain secara unik dengan memanfaatkan mekanisme 'push' untuk memungkinkan pertukaran pesan secara real-time. Protokol XMPP adalah protokol yang sangat fleksibel dan dapat diintegrasikan dengan berbagai modifikasi. Pengembangan XMPP memanfaatkan XML (Extensible Markup Language) yang terbuka, yang berperan sebagai indikator status ketersediaan server atau perangkat yang mengirim atau menerima pesan. Kelebihan utama dari XMPP adalah tidak adanya ketergantungan pada satu server pusat yang mengoperasikannya, sehingga setiap lembaga atau entitas dapat menjalankan server XMPP sendiri. Dalam hal keamanan, XMPP telah menyertakan spesifikasi keamanan yang mengadopsi SASL (Simple Authentication Secure Layer) untuk proses otentikasi dan TLS (Transport Layer Security) untuk enkripsi data. Komunikasi antara server dan klien XMPP dilakukan melalui pengiriman Message Stanza dalam format XML yang sangat fleksibel. Stanza pesan ini sering disebut sebagai paket (packet), yang dapat berisi pesan, status ketersediaan (presence), dan permintaan informasi (IQ). Oleh karena itu, XMPP telah banyak digunakan dalam aplikasi pesan instan seperti Google Talk dan WhatsApp,

serta diterapkan dalam berbagai konteks lain seperti game online, situs berita online, dan Voice over Internet Protocol (VoIP).

D. Manajemen dan Analisis Data

Mengumpulkan dan menganalisis jumlah data yang besar akan bermanfaat hanya jika kita mampu mengidentifikasi pola dalam data tersebut dan akhirnya melakukan prediksi berdasarkan informasi tersebut. Saat Internet of Things (IoT) menjadi semakin rumit dan tersebar luas, kecerdasan buatan (AI) akan menjadi peran penting dalam menangani lebih banyak pekerjaan dan mengambil keputusan secara mandiri.

Manajemen dan analisis data di dalam IoT adalah proses yang melibatkan pengumpulan, penyimpanan, pemrosesan, dan visualisasi data yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Data ini dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja, efisiensi, dan keamanan sistem IoT, serta untuk mendapatkan wawasan dan nilai bisnis. Berikut adalah beberapa langkah umum dalam manajemen dan analisis data di dalam IoT:

1. Pengumpulan data: Data dikumpulkan oleh sensor, aktuator, atau perangkat lain yang terhubung ke jaringan IoT. Data ini dapat berupa data numerik, teks, gambar, video, suara, atau jenis data lainnya. Data ini dapat dikirimkan ke cloud atau ke server lokal melalui berbagai protokol komunikasi, seperti Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, atau 5G.
2. Penyimpanan data: Data yang dikumpulkan harus disimpan di tempat yang aman, andal, dan mudah diakses. Data ini dapat disimpan di cloud, yang

menawarkan skalabilitas, fleksibilitas, dan ketersediaan tinggi, atau di server lokal, yang menawarkan kontrol, privasi, dan kepatuhan lebih baik. Data ini dapat disimpan dalam berbagai format, seperti database relasional, database NoSQL, penyimpanan blob, atau penyimpanan objek.

3. Pemrosesan data: Data yang disimpan harus diproses untuk mengubahnya menjadi informasi yang berguna dan bermakna. Data ini dapat diproses secara real-time, near-real-time, atau batch, tergantung pada kebutuhan dan tujuan analisis. Data ini dapat diproses menggunakan berbagai teknik, seperti pemrosesan aliran, pemrosesan peristiwa, pemrosesan batch, atau pemrosesan terdistribusi. Data ini dapat diproses menggunakan berbagai alat, seperti Azure Stream Analytics, Apache Spark, Apache Kafka, atau Apache Storm.
4. Visualisasi data: Data yang diproses harus divisualisasikan untuk memudahkan pemahaman dan pengambilan keputusan. Data ini dapat divisualisasikan menggunakan berbagai metode, seperti grafik, tabel, peta, dashboard, atau laporan. Data ini dapat divisualisasikan menggunakan berbagai alat, seperti Power BI, Tableau, Grafana, atau Kibana.

Contoh skenario manajemen dan analisis data di dalam IoT adalah ketika sebuah perusahaan konstruksi menggunakan IoT untuk mengumpulkan data dari berbagai peralatan dan sensor di lokasi proyek. Data ini meliputi data hasil konstruksi, data sensor suhu dan kelembapan, data gambar, dan data lainnya. Data ini dikirimkan ke cloud melalui IoT Hub, yang berfungsi sebagai hub pesan pusat.

Data ini kemudian disimpan di kluster Apache Cassandra, penyimpanan blob Azure, dan database Azure SQL. Data ini diproses secara real-time oleh Azure Stream Analytics dan secara batch oleh Apache Spark pada HDInsight. Data ini divisualisasikan melalui aplikasi web Smart Construction Cloud, yang memungkinkan analis dan pengguna akhir untuk melihat dan menganalisis data sensor dan gambar

E. Desain UI/UX

Antarmuka yang menghubungkan alat dengan pengguna haruslah efisien dan bersifat user-friendly. Responsive Web Design (dengan tampilan yang beradaptasi sesuai dengan ukuran layar, platform, dan orientasi) serta Service Design (memastikan bahwa fokus produk adalah pengguna) adalah keterampilan yang sangat penting dalam hal ini.

Kemampuan desain UI/UX dalam pengembangan IoT adalah kemampuan untuk merancang antarmuka pengguna dan pengalaman pengguna yang sesuai dengan kebutuhan, preferensi, dan perilaku pengguna produk IoT. Produk IoT adalah produk yang terhubung dengan internet dan dapat berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan. Contoh produk IoT adalah smart home, smart city, smart wearable, smart agriculture, dan lain-lain.

Kemampuan desain UI/UX dalam pengembangan IoT sangat penting karena dapat mempengaruhi tingkat kepuasan, kenyamanan, dan keamanan pengguna produk IoT. Kemampuan desain UI/UX dalam pengembangan IoT juga dapat membantu meningkatkan kinerja, efisiensi, dan nilai tambah produk IoT. Kemampuan desain UI/UX dalam pengembangan IoT meliputi:

1. Kemampuan untuk melakukan riset pengguna dan menganalisis kebutuhan, preferensi, dan perilaku pengguna produk IoT. Riset pengguna dapat dilakukan dengan menggunakan metode seperti survei, wawancara, observasi, atau eksperimen. Analisis pengguna dapat dilakukan dengan menggunakan teknik seperti persona, user journey, user story, atau user flow.
2. Kemampuan untuk merancang antarmuka pengguna yang menarik, intuitif, dan fungsional untuk produk IoT. Antarmuka pengguna meliputi elemen visual seperti tampilan, layout, warna, ikon, tipografi, dan grafik. Antarmuka pengguna juga meliputi elemen interaktif seperti tombol, menu, slider, input, output, dan feedback. Antarmuka pengguna harus konsisten, jelas, dan mudah dinavigasi oleh pengguna.
3. Kemampuan untuk merancang pengalaman pengguna yang memuaskan, efektif, dan efisien untuk produk IoT. Pengalaman pengguna meliputi aspek fungsional, psikologis, dan emosional pengguna saat berinteraksi dengan produk IoT. Pengalaman pengguna harus memenuhi tujuan, kebutuhan, dan harapan pengguna, serta mengatasi masalah, kesulitan, atau rintangan yang dihadapi pengguna.
4. Kemampuan untuk menggunakan berbagai tools dan software untuk mendesain, mengembangkan, dan menguji antarmuka dan pengalaman pengguna untuk produk IoT. Tools dan software yang dapat digunakan meliputi Adobe XD, Figma, Sketch, Balsamiq, InVision, Marvel, Proto.io, Arduino, Raspberry Pi, MQTT, Node-RED, dan lain-lain.

5. Kemampuan untuk berkomunikasi dan berkolaborasi dengan tim pengembangan produk IoT, termasuk developer, engineer, tester, dan stakeholder. Komunikasi dan kolaborasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode seperti agile, scrum, kanban, atau waterfall. Komunikasi dan kolaborasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat seperti email, chat, video call, dokumentasi, presentasi, atau laporan.

Kemampuan UI/UX yang kuat dalam pengembangan teknologi IoT membantu memastikan bahwa perangkat ini tidak hanya fungsional secara teknis tetapi juga mudah digunakan dan memberikan pengalaman yang memuaskan bagi pengguna akhir. Ini menjadi faktor kunci dalam adopsi dan kesuksesan produk IoT.

F. IoT Security

Kemampuan pengembang dalam bidang keamanan (security) merupakan aspek kritis dalam pengembangan Internet of Things (IoT). Dalam konteks IoT, data sensitif seringkali dikirim dan diterima oleh berbagai perangkat yang terhubung, sehingga melibatkan potensi risiko keamanan yang signifikan. Pengembang yang memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam memahami dan mengatasi ancaman keamanan seperti peretasan, pengambilalihan perangkat, atau pelanggaran data dapat memberikan lapisan perlindungan yang sangat dibutuhkan. Kemampuan ini mencakup pemahaman tentang protokol keamanan seperti SSL/TLS, autentikasi pengguna, enkripsi data, manajemen hak akses, serta pemantauan dan deteksi ancaman.

SSL/TLS adalah protokol keamanan yang digunakan untuk mengenkripsi dan mengotentikasi data yang ditransfer antara dua komputer di internet. SSL/TLS dapat digunakan untuk melindungi perangkat, data, dan jaringan IoT dari ancaman siber yang dapat merusak, mengubah, atau mencuri informasi yang sensitif atau penting. SSL/TLS memiliki beberapa manfaat untuk keamanan IoT, antara lain:

1. SSL/TLS dapat memverifikasi identitas perangkat, pengguna, atau aplikasi IoT yang terhubung dengan internet. Dengan menggunakan sertifikat digital yang ditandatangani oleh otoritas sertifikat (CA) yang dipercaya, SSL/TLS dapat memastikan bahwa hanya pihak yang sah yang dapat berkomunikasi dengan perangkat IoT. Hal ini dapat mencegah serangan seperti spoofing, phishing, atau man-in-the-middle.
2. SSL/TLS dapat mengenkripsi data yang dikirim, diterima, atau disimpan oleh perangkat IoT. Dengan menggunakan algoritma dan protokol kriptografi yang andal, SSL/TLS dapat melindungi data dari penyadapan, modifikasi, atau pencurian. Hal ini dapat mencegah serangan seperti eavesdropping, tampering, atau data breach.
3. SSL/TLS dapat meningkatkan kinerja, efisiensi, dan nilai tambah produk IoT. Dengan menggunakan SSL/TLS, pengembang dan pengguna produk IoT dapat meningkatkan kepercayaan, kenyamanan, dan kepuasan pelanggan. Hal ini dapat meningkatkan loyalitas, reputasi, dan pendapatan produk IoT.

Pengembang juga harus mampu merancang perangkat dengan lapisan keamanan yang kuat, termasuk perangkat keras yang aman dan sistem operasi yang telah diuji

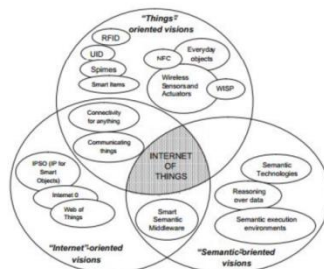
keamanannya. Selain itu, mereka perlu terus memantau tren keamanan yang berkembang dan mengikuti praktik terbaik dalam industri untuk memastikan bahwa perangkat IoT yang mereka kembangkan tetap aman dari ancaman yang mungkin muncul di masa depan.

Kemampuan keamanan ini bukan hanya tentang melindungi data, tetapi juga menjaga integritas perangkat IoT itu sendiri dan menghindari potensi dampak negatif yang dapat terjadi jika perangkat tersebut diretas atau disalahgunakan. Oleh karena itu, pengembang dengan pengetahuan keamanan yang kuat memiliki peran kunci dalam memastikan bahwa IoT dapat berkembang dengan aman dan memberikan manfaat maksimal bagi pengguna akhir.

Paradigma Internet of Things

A. Pengertian Paradigma Internet of Things

Paradigma Internet of Things (IoT) adalah kerangka konseptual atau pendekatan dalam pengembangan dan penerapan teknologi yang melibatkan koneksi dan interaksi antara berbagai perangkat fisik dan objek sehari-hari ke internet. IoT memungkinkan perangkat-perangkat ini untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan berbagi data serta berkomunikasi satu sama lain secara online, sebagaimana dapat digambarkan seperti pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 1 Paradigma dari Internet of Things

(Котлер, 2008)

Paradigma IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia fisik dan memberikan banyak manfaat, seperti pemantauan *real-time*, otomatisasi, efisiensi, dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

Dalam paradigma IoT, perangkat seperti sensor, peralatan rumah tangga, kendaraan, dan banyak lagi, dilengkapi dengan kemampuan untuk terhubung ke internet dan berbagi informasi. Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dapat digunakan dalam berbagai konteks, seperti industri, perawatan kesehatan, pertanian, transportasi, dan banyak lagi. Paradigma ini memungkinkan sistem dan aplikasi untuk memanfaatkan data tersebut untuk tujuan tertentu, seperti pemantauan keadaan lingkungan, pengoptimasian proses produksi, perawatan kesehatan jarak jauh, atau meningkatkan kenyamanan di rumah.

B. Aspek-aspek dalam Paradigma IoT

Paradigma *Internet of Things* (IoT) adalah pandangan atau pendekatan terhadap cara mengintegrasikan dan memanfaatkan teknologi IoT dalam berbagai aspek kehidupan dan industri. Paradigma ini mencakup pemikiran tentang bagaimana IoT dapat mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia fisik dan bagaimana kita dapat menggunakan data yang dihasilkan oleh perangkat terhubung untuk mengambil keputusan yang lebih baik. Berikut beberapa aspek paradigma IoT:

1. Keterhubungan:

Paradigma IoT berpusat pada ide bahwa hampir semua jenis perangkat fisik dapat dihubungkan ke

internet. Ini menciptakan jaringan yang sangat besar dari perangkat yang dapat berkomunikasi satu sama lain dan dengan sistem lain.

2. Pengumpulan Data:

IoT memungkinkan pengumpulan data secara kontinu dari berbagai perangkat sensor. Data ini dapat digunakan untuk pemantauan, analisis, dan pemodelan yang lebih baik.

3. Pemantauan Real-Time:

IoT memungkinkan pemantauan real-time dari berbagai parameter, seperti suhu, kelembaban, tekanan, lokasi, dan lainnya. Hal ini dapat diterapkan dalam berbagai sektor, seperti industri, pertanian, dan kesehatan.

4. Automasi:

IoT memungkinkan otomatisasi proses-proses tertentu. Misalnya, dalam rumah pintar, perangkat IoT seperti termostat pintar dapat mengatur suhu secara otomatis berdasarkan preferensi penghuni.

5. Pengambilan Keputusan Cerdas:

Dengan menggunakan data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT, kita dapat membuat keputusan yang lebih cerdas. Contohnya adalah dalam manajemen rantai pasokan di industri, di mana IoT dapat membantu dalam pemantauan inventaris dan pengiriman.

6. Efisiensi Energi:

IoT dapat membantu mengoptimalkan penggunaan energi dalam berbagai aplikasi, seperti rumah pintar dan sistem manajemen energi industri.

7. Manajemen Data Besar:

Paradigma IoT juga mempertimbangkan bagaimana mengelola dan menganalisis jumlah data yang besar yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Teknologi seperti big data analytics diperlukan untuk mengambil manfaat maksimal dari data ini.

8. Keamanan dan Privasi:

Paradigma IoT juga mencakup perhatian terhadap masalah keamanan dan privasi data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT. Karena IoT melibatkan pengiriman dan penerimaan data melalui jaringan, perlindungan data menjadi sangat penting.

9. Interoperabilitas:

Pentingnya perangkat IoT yang berbeda untuk dapat berkomunikasi dan beroperasi bersama-sama juga merupakan aspek paradigma IoT. Standar komunikasi dan protokol yang bersifat terbuka menjadi kunci dalam mencapai interoperabilitas.

10. Inovasi Berkelanjutan:

Paradigma IoT menekankan pentingnya inovasi berkelanjutan dalam mengembangkan aplikasi dan solusi IoT yang baru dan lebih baik.

C. Pengaruh/Dampak Paradigma IoT dalam berbagai sektor

Paradigma IoT mempengaruhi berbagai sektor, termasuk industri, transportasi, perawatan kesehatan, pertanian, dan banyak lagi. Hal ini mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia dan bagaimana kita mengelola informasi serta sumber daya fisik. Dengan pertumbuhan terus menerus dalam teknologi IoT, paradigma ini terus berkembang dan mempengaruhi dunia secara signifikan.

1. Dalam Sektor Industri

Paradigma Internet of Things (IoT) memiliki dampak yang signifikan pada sektor industri, sering kali disebut sebagai "IoT Industrial" atau "Industrial IoT (IIoT)." Paradigma ini telah mengubah cara perusahaan dan pabrik beroperasi, meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keselamatan kerja. Berikut adalah beberapa Pengaruh/dampak paradigma IoT dalam sektor industri:

a. Pemantauan dan Pengendalian Otomatis:

IIoT memungkinkan perusahaan untuk secara real-time memantau berbagai aspek operasi pabrik, termasuk mesin, peralatan, suhu, kelembaban, tekanan, dan sebagainya. Data ini digunakan untuk pengambilan keputusan otomatis, yang dapat mengurangi waktu henti mesin, mencegah kegagalan peralatan, dan mengoptimalkan proses produksi.

b. Prediksi Perawatan:

IIoT memungkinkan perusahaan untuk memprediksi kapan mesin atau peralatan akan

mengalami kerusakan atau perlu pemeliharaan. Ini berarti perusahaan dapat melakukan perawatan preventif yang lebih efisien daripada perawatan yang bersifat reaktif, yang menghemat waktu dan biaya.

c. Efisiensi Energi:

Dengan bantuan sensor IoT, perusahaan dapat mengukur dan mengelola konsumsi energi mereka secara lebih efisien. Ini dapat mengarah pada penghematan energi yang signifikan dan pengurangan biaya operasional.

d. Manajemen Rantai Pasokan:

IoT memungkinkan pelacakan real-time barang dalam rantai pasokan, termasuk inventaris, pengiriman, dan kondisi transportasi. Ini membantu perusahaan mengoptimalkan rantai pasokan mereka, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan visibilitas.

e. Keselamatan Kerja:

IIoT dapat digunakan untuk memantau kondisi kerja di pabrik dan mengidentifikasi situasi berpotensi berbahaya. Ini membantu meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko kecelakaan.

f. Manajemen Kualitas:

Sensor IoT dapat digunakan untuk mengukur kualitas produk secara real-time selama proses produksi. Ini memungkinkan perusahaan untuk mendeteksi cacat atau masalah kualitas lebih awal dan mengambil tindakan perbaikan.

g. Optimasi Produksi:

Data dari sensor IoT dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses produksi. Dengan memahami secara lebih baik bagaimana peralatan beroperasi, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi limbah.

h. Kustomisasi Massal:

IIoT memungkinkan perusahaan untuk memproduksi produk yang lebih disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Ini terutama berguna dalam industri manufaktur.

i. Analisis Data Besar (Big Data):

IIoT menghasilkan sejumlah besar data, yang dapat dianalisis untuk mendapatkan wawasan yang berharga. Analisis data ini dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dan untuk memprediksi tren pasar.

j. Interkoneksi:

IIoT menghubungkan berbagai sistem yang sebelumnya terisolasi, seperti sistem manufaktur, perencanaan sumber daya perusahaan (ERP), dan sistem pemantauan produksi. Ini menciptakan sistem yang lebih terintegrasi dan terkoordinasi.

Paradigma IoT dalam sektor industri telah membantu perusahaan menghadapi tantangan dengan lebih baik dan meningkatkan daya saing mereka. Dengan terus berkembangnya teknologi IoT, kita dapat mengharapkan inovasi lebih lanjut dalam hal ini, yang akan terus membentuk masa depan industri.

2. Dalam Sektor Transportasi

Paradigma Internet of Things (IoT) juga memiliki dampak besar pada sektor transportasi, dikenal sebagai "IoT Transportasi." Ini telah mengubah cara transportasi diatur, dikelola, dan dinavigasi. Berikut adalah beberapa aspek paradigma IoT dalam sektor transportasi:

a. Kendaraan Terhubung:

Kendaraan yang dilengkapi dengan sensor IoT dapat berkomunikasi satu sama lain dan dengan infrastruktur jalan raya. Ini memungkinkan pertukaran informasi yang berguna seperti informasi lalu lintas, cuaca, dan kondisi jalan secara *real-time*.

b. Navigasi Pintar:

IoT memungkinkan navigasi yang lebih pintar. Kendaraan dapat menerima arahan navigasi yang diperbarui berdasarkan lalu lintas aktual dan kondisi jalan. Ini membantu menghindari kemacetan dan menghemat waktu perjalanan.

c. Manajemen Armada:

Perusahaan transportasi dapat menggunakan IoT untuk melacak armada kendaraan mereka secara *real-time*. Ini memungkinkan manajemen yang lebih efisien dari perjalanan, pemeliharaan, dan bahan bakar.

d. Transportasi Publik yang Efisien:

IoT dapat meningkatkan efisiensi transportasi publik dengan memberikan informasi tentang

jadwal dan lokasi kendaraan secara real-time kepada penumpang. Ini membuat penggunaan transportasi publik lebih mudah dan dapat diandalkan.

e. Kendaraan Otonom:

IoT adalah bagian kunci dari perkembangan kendaraan otonom. Sensor IoT digunakan untuk mendeteksi lingkungan sekitar kendaraan dan membuat keputusan tentang pengendalian dan navigasi.

f. Pemantauan Kualitas Udara:

Sensor IoT dapat digunakan untuk memantau kualitas udara di sekitar jalan raya dan pelabuhan. Ini membantu mengidentifikasi polusi dan mengambil tindakan untuk mengurangnya.

g. Kendaraan Berbagi:

Platform IoT digunakan dalam sistem kendaraan berbagi. Ini memungkinkan pemakaian dan penyewaan kendaraan yang lebih efisien dan fleksibel.

h. Keamanan Jalan Raya:

IoT juga dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan jalan raya. Sensor yang terpasang di jalan raya dapat memantau perilaku pengemudi dan memberikan peringatan tentang bahaya potensial.

i. Penghematan Energi:

IoT digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam kendaraan dan infrastruktur

transportasi. Ini dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan dampak lingkungan.

j. Sistem Parkir Pintar:

Sensor IoT digunakan dalam sistem parkir pintar yang membantu pengemudi menemukan tempat parkir yang tersedia dan mengelola parkir lebih efisien.

k. Logistik dan Manajemen Rantai Pasokan:

IoT memungkinkan pelacakan *real-time* pada pengiriman dan persediaan dalam rantai pasokan, memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan logistik mereka.

IoT telah membawa perubahan signifikan dalam sektor transportasi, meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan kenyamanan. Dengan perkembangan teknologi terus berlanjut, kita dapat mengharapkan inovasi lebih lanjut yang akan membentuk masa depan transportasi yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

3. Dalam Sektor Perawatan Kesehatan

Paradigma Internet of Things (IoT) juga telah mengubah sektor perawatan Kesehatan, menciptakan peluang baru dan solusi yang lebih efisien dalam bidang tersebut. Berikut adalah gambaran tentang Paradigma IoT dalam Sektor Perawatan Kesehatan:

a. Perangkat Kesehatan Terhubung:

IoT memungkinkan penggunaan perangkat kesehatan terhubung, seperti perangkat pemantau kesehatan pribadi, wearable devices (seperti

smartwatches), dan sensor medis yang dapat mengukur parameter seperti detak jantung, tekanan darah, tingkat gula darah, dan lainnya.

b. Telemedicine:

Paradigma IoT telah mengubah cara layanan medis diberikan melalui telemedicine. Pasien dapat berkomunikasi dengan dokter mereka melalui platform video dan memantau kondisi mereka sendiri dengan perangkat IoT. Ini memungkinkan perawatan yang lebih mudah diakses, terutama di daerah terpencil.

c. Pemantauan Pasien yang Terpusat:

Rumah sakit dan lembaga perawatan kesehatan dapat memantau pasien yang sakit dengan menggunakan sensor IoT. Ini membantu dokter dalam diagnosis dan pemantauan kondisi pasien tanpa harus berada di tempat.

d. Pemantauan Kualitas Udara di Rumah Sakit:

IoT digunakan untuk memantau kualitas udara di rumah sakit, terutama selama pandemi. Sensor dapat mendeteksi kualitas udara dan memberikan peringatan jika terdapat peningkatan risiko infeksi.

e. Obat Pintar:

Obat-obatan terhubung atau pil pintar yang dilengkapi dengan sensor dapat membantu pasien untuk mengikuti jadwal pengobatan mereka dengan benar.

f. Manajemen Inventaris Obat:

IoT digunakan untuk mengelola inventaris obat di rumah sakit dan apotek, sehingga memastikan ketersediaan obat yang cukup dan menghindari kehabisan stok.

4. Paradigma IoT dalam Sektor Pertanian:

IoT digunakan dalam praktik pertanian presisi untuk memantau tanah, cuaca, dan tanaman secara *real-time*. Sensor IoT membantu petani dalam mengoptimalkan irigasi, pemupukan, dan penggunaan pestisida.

a. Pemantauan Hewan:

Sensor IoT digunakan untuk memantau kesehatan dan perilaku hewan ternak. Ini membantu peternak dalam mengidentifikasi masalah kesehatan lebih awal.

b. Pemantauan Lingkungan:

IoT digunakan untuk pemantauan lingkungan seperti tanah, air, dan udara di lingkungan pertanian. Informasi ini dapat membantu petani mengambil keputusan yang lebih baik dalam hal manajemen sumber daya alam.

c. Automasi Pertanian:

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah paradigma dalam teknologi komunikasi yang terbaru saat ini. (Nasution et al., 2019)

IoT digunakan dalam otomatisasi pertanian, termasuk penggunaan traktor otonom dan sistem pengiriman pupuk atau pestisida secara otomatis.

d. Manajemen Inventaris dan Logistik:

IoT membantu dalam manajemen inventaris pertanian, termasuk penyimpanan dan pengiriman hasil panen. Ini meningkatkan efisiensi rantai pasokan pertanian.

e. Pemantauan Kualitas Hasil Panen:

Sensor IoT digunakan untuk memantau kualitas hasil panen seperti buah, sayuran, atau produk pertanian lainnya. Ini membantu dalam menjaga kualitas dan kesegaran produk.

Paradigma IoT telah membawa inovasi yang signifikan dalam sektor perawatan kesehatan dan pertanian, meningkatkan kualitas perawatan kesehatan, efisiensi pertanian, dan keberlanjutan lingkungan. Dengan terus berkembangnya teknologi IoT, kita dapat mengharapkan lebih banyak kemajuan dalam kedua sektor ini di masa mendatang.

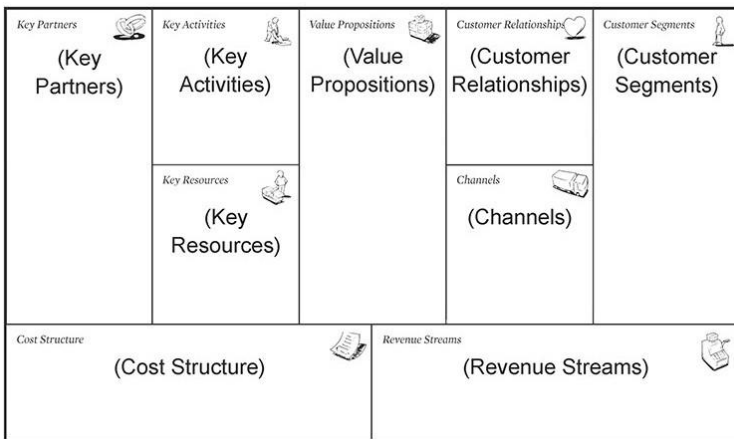
Model Bisnis Internet of Things

A. Pemodelan Bisnis IoT

Sejauh ini, kajian tentang pengembangan dalam pemodelan bisnis masih menjadi pembahasan yang terus berjalan sesuai dengan perkembangan zaman disegala sektor dengan definisi maupun gagasan yang beragam bentuknya (Chan, 2017). Akan tetapi, secara umum untuk definisi dari pemodelan bisnis sendiri tidak akan jauh-jauh dari elemen-elemen pentingnya seperti bagaimana cara mengoperasikan model bisnis untuk memberikan nilai bagi pelanggan, konsekuensi penerapannya, serta dalam memperoleh pendapatan dan keuntungan terkhusus dalam bidang Internet of Things (IoT).

Akan tetapi, dari seluruh proses pemodelan bisnis yang berkembang, ada satu model yang paling banyak digunakan sejauh ini yaitu *Business Model Canvas* yang merupakan model bisnis yang dapat digunakan dalam melakukan analisis, deskripsi, serta merancang model bisnis dalam sektor tertentu (Dijkman *et al.*, 2015). *Business Model Canvas* merupakan model bisnis mampu melakukan

perluasan definisi model bisnis IoT yang sebelumnya di definisikan oleh salah satu peneliti yaitu Teece (2010) yang membagi aktivitas Perusahaan menjadi sembilan elemen yaitu mulai dari mendefinisikan kebutuhan pengguna (*user*), proposisi nilai perusahaan, aliran pendapatan, dan struktur pembiayaan (Teece, 2010). Kemudian dari sembilan elemen bagian dari proses kerja dari Bussiness Model Canvas ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 1. Ilustrasi *Bussiness Model Canvas*

Adapun penjabaran secara terperinci dari ilustrasi *Bussiness Model Canvas* pada Gambar di atas yaitu sebagai berikut (Zolnowski, Weiß and Böhmman, 2014):

1. Customer Segment

Customer segment merupakan salah satu elemen yang bertujuan dalam menentukan siapa pembeli, target pasar, segmen apa saja yang tepat dengan produk yang akan dipasarkan. Secara bentuknya, dirancang dalam bentuk kolom yang nantinya akan diisi dengan

kategorisasi calon pelanggan misalnya berdasarkan umur, profesi, jenis kelamin, minat, dan sebagainya.

Kemudian, pertimbangan yang perlu dijadikan sebagai dalam merancang *customer segment* pada *business model canvas* yaitu sebagai berikut.

- a. ***Customer gain***, yaitu mengenai apa saja manfaat yang diinginkan pelanggan peroleh dari produk yang akan dirancang.
- b. ***Customer pain***, yaitu mengenai apa saja resiko serta hal-hal yang ditakutkan oleh pelanggan ketika menggunakan fitur-fitur layanan yang ditawarkan.
- c. ***Customer job***, merupakan hal-hal yang ingin dicapai pelanggan, masalah dan kebutuhan pelanggan, serta bagaimana produk yang dirancang mampu dalam mengatasi hal-hal tersebut.

2. ***Channels***

Channels merupakan media yang dapat dipergunakan dalam melakukan pemasaran produk sekaligus pola komunikasi yang direkomendasikan dengan calon pelanggan. Misalnya media yang dapat digunakan seperti website, marketplace, media sosial, dan sebagainya.

3. ***Revenue Streams***

Revenue streams merupakan program-program yang dapat menjadi sumber pendapatan bisnis. Misalnya, selain dari penjualan produk, *upgrade membership* menjadi *premium user*.

4. **Key Resource**

Key resource merupakan kumpulan aset serta sumber daya yang digunakan dalam mengoperasikan bisnis yang dibagi menjadi empat kategori yaitu:

- a. Kekayaan intelektual, meliputi paten, merek, hak cipta, dan rahasia dagang.
- b. Fisik, misalnya komputer, kendaraan, dan gedung.
- c. Keuangan, meliputi kas, saldo tunai, kredit, piutang, dan sebagainya.
- d. Sumber Daya Manusia, yakni para pekerja.

5. **Key Partnership**

Key partnership merupakan hubungan kerjasama dalam rangka memacu kelancaran arus bisnis maupun sesuai ekspektasi perusahaan. Biasanya, di bagian ini diharuskan menentukan mitra, pemasok, atau distributor dengan menjabarkan daftar kegiatannya.

6. **Cost Structure**

Cost structure merupakan pemetaan biaya sesuai perencanaan bisnis yang telah dirancang. Menentukan perkiraan mulai dari nominal terbesar hingga terkecil pada setiap elemen serta memberikan trik pengelolaan agar berjalan efektif. Dan juga perlu membuat pembukuan dan laporan keuangannya.

7. **Key Activities**

Key activities merupakan kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam mencapai target dan *value* dengan memperhatikan beberapa hal berikut:

- a. Cara pendistribusian produk.

- b. Aktivitas yang dibutuhkan untuk memuaskan konsumen
- c. Seberapa banyak tenaga ahli dalam bisnis Anda.

8. *Customer Relationship*

Customer Relationship merupakan hal-hal yang harus diperhatikan dalam membangun interaksi antara bisnis dengan pelanggan. Misalnya, dengan memberikan promo, cashback, atau membership. Cara ini cukup efektif untuk membuat konsumen tetap bertahan. Selain itu, kunci sukses dari bisnis model canvas adalah pahami cara memberikan pelayanan yang baik pada pelanggan. Terutama dalam hal menjawab pertanyaan, menerima kritik dan saran, serta menanggapi keluhan.

9. *Value Proposition*

Value proposition dalam *business model canvas* adalah nilai-nilai yang ingin ditawarkan suatu layanan kepada konsumen. Saat menyusun elemen ini, Anda perlu memperhatikan hal-hal berikut:

- a. Keunggulan yang diberikan produk atau layanan tersebut kepada pelanggan.
- b. Alasan konsumen harus memilih produk Anda dibanding kompetitor.
- c. Manfaat yang akan didapat konsumen ketika menggunakannya.

Kemudian cara dalam merancang Business Model Canvas dilakukan dengan beberapa tahap dengan tahapan-tahapannya sebagai berikut (Oliveira and Ferreira, 2011).

1. Menganalisis Pesaing (Kompetitor)

Langkah pertama pembuatan *business model canvas* adalah melalui analisis kekuatan dan kelemahan perusahaan di bidang serupa. Melalui cara ini, Anda dapat melihat keberhasilan maupun kegagalan mereka sehingga bisa menentukan celah apa saja yang bisa diperbaiki. Selain itu, melalui informasi ini Anda dapat mengambil langkah inovatif agar bisa menjangkau pasar dan target lebih baik dibanding kompetitor.

2. Mengurutkan Elemen Secara Sistematis

Langkah selanjutnya dalam pembuatan *business model canvas* adalah dengan mengurutkan sembilan elemen di atas secara sistematis. Misalnya, dimulai dari customer segmentation, disusul dengan channels, lalu menentukan jangka waktu, dan seterusnya.

3. Memastikan Semua Elemen Saling Mendukung

Hal yang tak kalah penting dalam pembuatan *business model canvas* yaitu memastikan kesembilan elemen tersebut saling mendukung satu sama lain sehingga tercipta suatu rangkaian proses. Dengan demikian proses pelaksanaannya pun akan lebih mudah.

4. Melakukan Tinjauan Ulang Rancangan Bisnis

Langkah selanjutnya setelah selesai merangkai *business model canvas* adalah lakukan tinjauan ulang dan pengecekan ulang mengenai peluang pelaksanaannya kedepan. Bahkan jika diperlukan, Anda dapat meminta penilaian dari mentor atau orang-orang terpercaya.

B. Platform Model Bisnis IoT

Model bisnis IoT memerlukan platform sebagai cara untuk mengembangkan, menyampaikan, dan mengintegrasikan solusi dengan IoT. Arti platform mengacu pada infrastruktur, perangkat lunak, dan layanan yang memungkinkan pengembang, perusahaan, dan pengguna akhir untuk membangun, mengoperasikan, dan memanfaatkan aplikasi dan layanan IoT dengan lebih mudah dan efisien. Poin-poin berikut menjelaskan mengapa platform merupakan model bisnis yang kuat untuk IoT (Wibowo, 2023):

1. Fasilitasi Pengembangan Aplikasi

Platform IoT menyediakan berbagai alat, API (*Application Programming Interface*), dan kerangka kerja (*framework*) yang dapat mempermudah pengembangan IoT. Pengembang dapat menggunakan platform ini untuk mengakses fitur-fitur IoT yang kompleks tanpa perlu membangun semuanya dari awal, menghemat waktu dan upaya pengembangan.

2. Manajemen dan Analisis Data

Internet of Things menghasilkan jumlah data yang sangat besar dan beragam. Platform IoT memfasilitasi pengumpulan, penyimpanan, dan analisis data yang efisien. Pengguna dapat menganalisis data dari berbagai perangkat dan mendapatkan wawasan berharga yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih cerdas.

3. Integrasi dan Interoperabilitas

Platform IoT seringkali berfungsi sebagai penyedia layanan pusat yang memungkinkan integrasi mudah antara perangkat dan sistem yang berbeda. Hal ini memungkinkan interoperabilitas yang lebih baik antara berbagai solusi IoT, sehingga memungkinkan ekosistem IoT yang lebih luas dan terintegrasi.

4. Keamanan dan Privasi

Platform IoT dapat menyediakan lapisan keamanan yang kuat untuk melindungi data dan infrastruktur dari ancaman keamanan siber. Dengan pusat keamanan yang diperkuat di dalam platform, para pengguna dapat merasa lebih percaya diri dalam menggunakan solusi IoT.

5. Skalabilitas dan Fleksibilitas

Model bisnis platform memungkinkan solusi IoT untuk ditingkatkan secara dinamis sesuai dengan kebutuhan bisnis. Dengan skalabilitas ini, perusahaan dapat dengan mudah menyesuaikan kapasitas dan sumber daya sesuai dengan permintaan dan kebutuhan yang dinamis.

6. Penawaran Berbasis Langganan (*Subscription*):

Model bisnis platform seringkali menggunakan penawaran berbasis langganan, yang memungkinkan pengguna atau perusahaan untuk membayar sejumlah tertentu untuk mengakses layanan IoT dalam jangka waktu tertentu. Ini memungkinkan pengguna untuk mengakses teknologi terbaru dan mendapatkan dukungan terus-menerus dari penyedia platform.

C. Contoh Studi Kasus

Banyak sektor-sektor tertentu yang menerapkan fitur-fitur *Internet of Things*, salah satunya dalam sektor Pendidikan tinggi (Kristianti, 2019). Penerapan IoT pada sektor Pendidikan Tinggi misalnya pada sistem keamanan dan akses control pada ruang perkuliahan. Salah satu cara telah banyak digunakan yaitu yaitu penggunaan system pengenalan sidik jari (*fingerprint*) yang dapat digunakan sebagai proses autentikasi dalam aplikasi yang dapat digunakan untuk mengelola data kehadiran mahasiswa dan pegawai. Keunggulan dari platform tersebut mampu mengurangi anggaran untuk penyediaan kertas dan melakukan *green campus* dengan pengurangan penggunaan kertas dalam segala kegiatan birokrasi administrasi kampus dan dengan sistem tersebut semua pegawai dan mahasiswa dapat di kontrol dalam kehadiran dan autentikasi penggunaan aset kampus.

Kemudian tahapan dari mendefinisikan sembilan elemen pada *business model canvas* yang bertujuan untuk menunjukkan fitur baru sebagai hasil dari penerapan IoT di bidang Pendidikan dengan tahapan-tahapan penerapan Sembilan elemen *business model canvas* sebagai berikut:

Customer Segments : Elemen ini akan memprioritaskan siapa yang dilayani oleh universitas. Di pendidikan tinggi, mahasiswa dan staf adalah bagian dari penilaian pendidikan tinggi. Pencatatan presensi mahasiswa dan pegawai dengan menggunakan sistem sidik jari merupakan salah satu penilaian administrasi yang disediakan oleh pihak perguruan tinggi.

Value Propositions : Pada elemen ini merupakan evaluasi dari mahasiswa dalam memilih lembaga pendidikan tertentu. Penilaian dapat berupa pemeringkatan, kinerja dan pengelolaan lembaga tertentu. IoT dalam pendidikan menjadi penilaian penting ketika mahasiswa dapat berpartisipasi dan belajar dengan mudah dan transparan.

Customer Relationship : Pada elemen ini adalah bagaimana perguruan tinggi membangun hubungan antara mahasiswa dan pihak perguruan tinggi.

Channels : Pada elemen ini adalah cara perguruan tinggi mengkomunikasikan nilai ini kepada mahasiswanya.

Key Activities : Pada elemen ini menunjukkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan di perguruan tinggi. Misalnya saja nilai rasio seperti belajar mengajar.

Key Resources : Pada elemen ini menampilkan sumber daya berkualitas tinggi. Termasuk mahasiswa, dosen, dan pegawai perguruan tinggi.

Key Partners : Pada elemen ini merupakan mitra atau kerjasama dengan instansi tertentu yang dapat menunjang setiap aktivitas sehari-hari atau hari-hari tertentu.

Cost Structure : Pada elemen ini adalah pengelolaan keuangan, yang dalam hal ini meliputi gaji pegawai, biaya administrasi, pemeliharaan dan perbaikan.

Revenue Streams : Pada elemen ini merupakan sumber dana yang membantu kelangsungan perguruan tinggi. Baik itu berasal dari pemerintah, yayasan, dan sebagainya.

Business Model Canvas menunjukkan perbandingan antara model tradisional dan model baru. Penerapan IoT

telah membawa perubahan pada dunia pendidikan dan membawa banyak manfaat. Hasil analisisnya dirangkum sebagai berikut:

Key Partners	Key Activities	Value Propositions	Customer Relationship	Customer Segments
<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian • Perpustakaan Perguruan Tinggi • Tim Akreditasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Seminar/ Pelatihan - Pengajaran - Penilaian - Membangun program mata kuliah 	<ul style="list-style-type: none"> - Persiapan mahasiswa dalam mencari pekerjaan - Meningkatkan pengetahuan mahasiswa - Meningkatkan keterampilan mahasiswa <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Sistem Presensi Mahasiswa dan Pegawai Berbasis Sidik Jari </div>	<ul style="list-style-type: none"> - Lulusan - Portal Jurnal Nasional dan Internasional - Portal Penelitian - Hubungan Mahasiswa Internasional 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa - Para Orangtua - Pemerintah
	<p>Key Resources</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jurnal Internasional - Staf Fakultas 		<p>Channels</p> <ul style="list-style-type: none"> - Partisipasi mengikuti konferensi - Portal Jurnal - Media 	
	<p>Cost Structure</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penghasilan Staf dan Infrastruktur - Administratif - Pelatihan 		<p>Revenue Streams</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemerintah - Yayasan 	

Gambar 2. *Business Model Canvas* Pada Sistem Presensi Perguruan Tinggi

Pada Gambar di atas menunjukkan bahwa *Value Proportions* yang baru ditambahkan pada *business model canvas*, yaitu penerapan IoT dalam sistem sidik jari untuk

mengetahui kehadiran mahasiswa dan pegawai. Melalui sistem ini, sistem absensi akan lebih terkontrol dan dapat dijadikan sebagai masukan dalam membangun *smart campus*. Melalui sistem ini juga dapat mengurangi anggaran penyediaan kertas dan menjadi masukan dalam mewujudkan *green campus* dengan mengurangi penggunaan kertas dalam seluruh kegiatan pengelolaan kampus.

Perangkat Internet of Things

A. Apa itu Smarts Objects di IoT?

Konsep cerdas dalam IoT digunakan untuk objek fisik yang aktif, digital, berjaringan, dapat beroperasi sampai batas tertentu secara mandiri, dapat dikonfigurasi ulang, dan memiliki kendali sumber daya local (1). Objek pintar membutuhkan energi, penyimpanan data, dll.

Objek pintar adalah objek yang meningkatkan interaksi dengan objek pintar lainnya serta dengan manusia (2). Dunia IoT adalah jaringan objek heterogen yang saling berhubungan (seperti perangkat pintar, objek pintar, sensor, aktuator, RFID, komputer tertanam, dll.) yang dapat dialamatkan secara unik dan berdasarkan pada protokol komunikasi standar (2).

Dalam kehidupan sehari-hari, orang memiliki banyak objek dengan koneksi internet atau nirkabel atau kabel. Seperti:

1. Ponsel pintar
2. Tablet

3. komputer televisi

Objek-objek ini dapat saling berhubungan dan memudahkan kehidupan kita sehari-hari (rumah pintar, kota pintar) tidak peduli situasi, lokalisasi, aksesibilitas ke sensor, ukuran, skenario atau risiko bahaya.



Gambar 1. Smarts Objects di IoT (Sumber : (3))

Objek pintar dimanfaatkan secara luas untuk mengubah lingkungan fisik di sekitar kita menjadi dunia digital menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) (4).

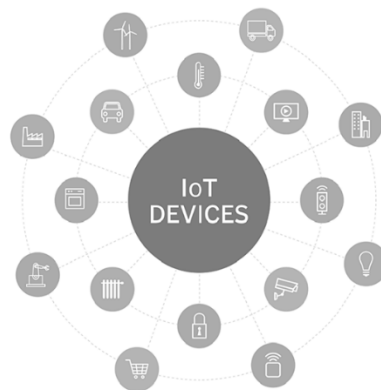
Objek pintar membawa blok logika aplikasi yang masuk akal untuk situasi lokalnya dan berinteraksi dengan pengguna manusia. Objek cerdas merasakan, mencatat, dan menafsirkan kejadian di dalam dirinya dan lingkungan, serta berkomunikasi satu sama lain dan bertukar informasi dengan orang-orang (4).

Pekerjaan objek pintar berfokus pada aspek teknis (seperti infrastruktur perangkat lunak, platform perangkat keras, dll.) dan skenario aplikasi (5). Area aplikasi berkisar

dari manajemen rantai pasokan dan aplikasi perusahaan (rumah dan rumah sakit) hingga dukungan layanan kesehatan dan tempat kerja industri (6). Adapun aspek antarmuka manusia dari teknologi objek pintar baru mulai mendapat perhatian dari lingkungan.

1. Perangkat IoT

Perangkat Internet of Things adalah perangkat non-standar yang terhubung secara nirkabel ke jaringan satu sama lain dan mampu mentransfer data (7). Perangkat IoT memperluas konektivitas internet melampaui perangkat standar seperti ponsel pintar, laptop, tablet, dan desktop (8). Menanamkan perangkat ini dengan teknologi memungkinkan kita berkomunikasi dan berinteraksi melalui jaringan dan perangkat tersebut dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh.



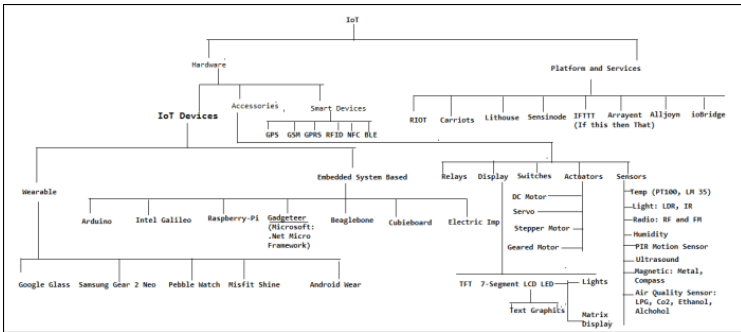
Gambar 2. Perangkat IoT (Sumber : (9))

Ada banyak jenis perangkat IoT yang tersedia berdasarkan standar IEEE 802.15.4. Perangkat ini berkisar dari mouse nirkabel, papan sensor yang dapat

dipasang hingga papan antarmuka yang berguna bagi peneliti dan pengembang.

Perangkat IoT mencakup perangkat komputer, perangkat lunak, sensor nirkabel, dan aktuator. Perangkat IoT ini terhubung melalui internet dan memungkinkan transfer data antar objek atau orang secara otomatis tanpa campur tangan manusia.

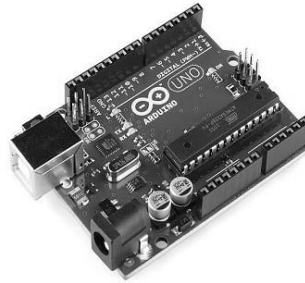
Beberapa perangkat IoT yang umum dan populer diberikan di bawah ini :



Gambar 3. Klasifikasi Perangkat dan Teknologi IoT (Sumber : (10))

2. Perangkat Arduino

Perangkat Arduino adalah mikrokontroler dan kit mikrokontroler untuk membangun perangkat digital yang dapat merasakan dan mengontrol objek di dunia fisik dan digital (11). Papan Arduino dilengkapi dengan satu set pin input/output digital dan analog yang dapat dihubungkan ke sirkuit lain. Beberapa papan Arduino menyertakan USB (Universal Serial Bus) yang digunakan untuk memuat program dari komputer pribadi.



Gambar 4. Perangkat Arduino (Sumber : (11))

3. Intel Galileo

Papan Intel Galileo Gen 2 mencakup bagian-bagian seperti prosesor Intel Quark SoC, RAM 256MB, banyak port dan dukungan untuk perangkat Arduino (12).



Gambar 4. Perangkat Intel Galileo (Sumber : (12))

B. Perangkat Samsung Fit

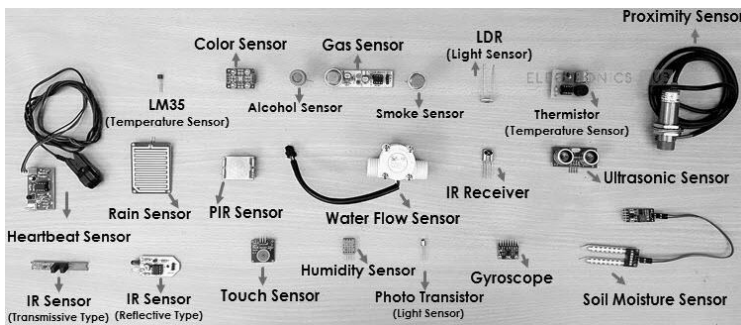
Perangkat Samsung Gear Fit tahan debu, tahan air dengan fitur pelacak kebugaran, layar melengkung, dan baterai tahan lama (13). Perangkat ini menerima peringatan tentang email dan pesan teks, dan terintegrasi dengan aplikasi S Health Samsung.



Gambar 5. Perangkat Samsung Fit (Sumber : (13))

C. Sensor

Sensor adalah perangkat yang membaca suhu sekitar, kelembapan, cahaya, kontrol kualitas udara, dll (14). Ada berbagai jenis sensor yang tersedia untuk membaca berbagai jenis data. Sensor mengirimkan data ini melalui jaringan atau melalui mana data tersebut terhubung.



Gambar 6. Jenis Sensor (Sumber : (15))

D. Suar Cerdas Bluetooth Energi Rendah (BLE)

Perangkat suar bluetooth hemat energi digunakan untuk melacak lokasi objek secara real-time (16). Banyak perusahaan menggunakannya untuk melacak lokasi karyawan, aset, pasien, dan lainnya secara real time. Layanan ini terutama berfokus pada manufaktur, ritel, dan layanan kesehatan.



Gambar 7. Perangkat Suar Bluetooth (Sumber : (17))

E. Properti Perangkat IoT

Beberapa properti penting perangkat IoT disebutkan di bawah ini:

1. Sense: Alat yang merasakan lingkungan sekitarnya berupa suhu, pergerakan, penampakan benda, dan lain-lain (18).
2. Mengirim dan menerima data: Perangkat IoT dapat mengirim dan menerima data melalui koneksi jaringan (18).
3. Analisis: Perangkat dapat menganalisis data yang diterima dari perangkat lain melalui jaringan internet (19).

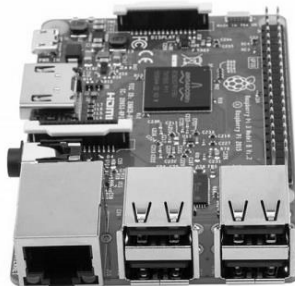
4. Terkendali: Perangkat IoT juga dapat mengontrol dari beberapa titik akhir (20). Jika tidak, perangkat IoT itu sendiri yang berkomunikasi satu sama lain tanpa henti akan menyebabkan kegagalan sistem.

F. Papan IoT Utama di Pasar

Ada beberapa papan IoT yang tersedia di pasar untuk membangun proyek tersebut. Beberapa Papan IoT utama dijelaskan di bawah ini:

1. Raspberry Pi

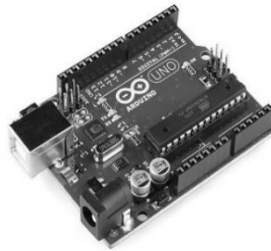
Raspberry Pi adalah perangkat yang sangat populer digunakan dalam membangun proyek IoT (18). Raspberry Pi 3 yang baru diluncurkan dilengkapi WiFi dan Bluetooth internal yang menjadikan komputer paling ringkas dan mandiri. Ini menyediakan lingkungan yang kuat untuk menginstal berbagai paket pemrograman seperti Python, Node.js, LAMP stack, Java dan banyak lagi. Menggunakan 40 pin GPIO, dan empat port USB Anda dapat menghubungkan banyak periferal dan aksesoris ke Pi.



Gambar 8. Perangkat Board Raspberry Pi (Sumber : (21))

2. **Arduino**

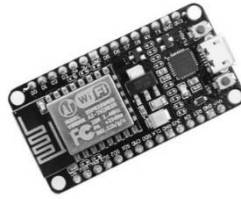
Papan Arduino adalah mikrokontroler dan kit mikrokontroler untuk membangun perangkat digital yang dapat merasakan dan mengontrol objek di dunia fisik dan digital (11). Papan Arduino dilengkapi dengan satu set pin input/output digital dan analog yang dapat dihubungkan ke sirkuit lain. Beberapa papan Arduino menyertakan USB (Universal Serial Bus) untuk memuat program dari komputer pribadi.



Gambar 9. Perangkat Board Arduino (Sumber : (11))

3. **ESP8266**

ESP8266 adalah microchip Wi-Fi berbiaya rendah dengan kemampuan mikrokontroler 32-bit, antarmuka perifer digital standar (22). Ada berbagai jenis papan ESP8266 yang tersedia untuk kebutuhan berbeda. Tujuan utama dari board ini adalah untuk menangani Wifi bawaan melalui perintah AT jika digunakan sebagai modul perangkat, tetapi Anda dapat 'memprogram' menggunakan papan Arduino namun juga membaca dan mengontrol input/output, digital dan analog.

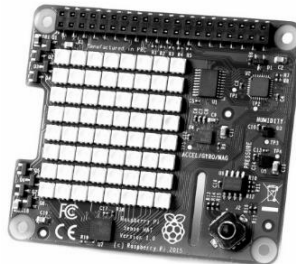


Gambar 10. Perangkat Board ESP8266 (Sumber : (22))

4. Matriks LED Sense HAT 8x8 RGB

Raspberry Pi Sense HAT merupakan sensor terintegrasi yang dapat mengukur kelembapan, suhu, akselerasi, dan tekanan (23). Data tampilan matriks LED 8x8 dibaca dari sensor Raspberry Pi Sense HAT. Sense HAT memiliki matriks LED 8×8 RGB yang mencakup sensor berikut:

1. Giroskop
2. Akselerometer
3. magnetometer
4. Suhu
5. Tekanan barometrik
6. Kelembaban



Gambar 11. Perangkat Sense HAT (Sumber : (23))

5. Modul Bluetooth HC-05

Perangkat Modul Bluetooth HC-05 adalah perangkat Bluetooth 6 pin yang digunakan untuk komunikasi nirkabel (24). Biasanya perangkat ini menghubungkan perangkat kecil seperti ponsel, PDA, dan TV menggunakan koneksi nirkabel jarak pendek untuk bertukar data. Ini berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan port serial (USART).

6. Deskripsi Pin

- a. **EN:**Ini adalah pin pengaktifan, ketika terhubung ke 3.3V maka modul diaktifkan.
- b. **+5V:**Ini adalah pin suplai untuk menghubungkan +5V.
- c. **GND:**Itu adalah pin ground.
- d. **terima kasih:**Ini adalah pin pemancar komunikasi UART.
- e. **RX:**Ini adalah pin penerima komunikasi UART.
- f. **NEGARA:**Ini menunjukkan apakah modul terhubung atau tidak. Ini bertindak sebagai indikator status.



Gambar 12. Perangkat Bluetooth HC-05 (Sumber : (24))

Instalasi Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana koneksi internet diperluas ke perangkat fisik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Perangkat tersebut dapat saling bertukar informasi dengan perangkat yang lainnya [1]. Perkebangan Internet of Things di Indonesia sudah semakin pesat, Internet of Things (IoT) sudah menjadi salah satu teknologi yang marak digunakan oleh banyak orang dan perusahaan. Otensi perkembangan IoT di Indonesia masih sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dalam laporan terakhir, diperkirakan akan terjadi pertumbuhan adopsi IoT Indonesia per tahun di atas 15% CAGR sampai 2025.

Adaptasi IoT di Indonesia saat ini didominasi oleh beberapa sektor, terutama untuk sektor consumer good, solusi-solusi untuk smart home mendominasi. Sedangkan pada korporasi atau bisnis, IoT banyak digunakan dalam smart building dan smart office, lalu smart manufacture yang tentunya terkait dengan perusahaan-perusahaan industri yang ada [2]. Dalam penerapannya tentu perlu instalasi perangkat IoT, dan banyak orang yang awam akan proses instalasi dari perangkat IoT. Instalasi Internet of Things (IoT) melibatkan pemasangan perangkat keras dan perangkat

lunak yang diperlukan untuk menghubungkan berbagai objek fisik ke internet sehingga mereka dapat saling berkomunikasi dan mengumpulkan data. Berikut langkah-langkah umum untuk menginstalasi IoT:

A. Pemilihan Perangkat IoT

Memilih perangkat Iot dapat membantu bisnis, meningkatkan efisiensi dalam mencapai tujuan dengan cepat. Pertama-tama, Anda harus memilih perangkat IoT yang sesuai dengan proyek atau kebutuhan Anda. Ini bisa berupa sensor, mikrokontroler, perangkat komunikasi, atau perangkat lain yang dapat mengukur atau mengendalikan objek fisik. Berikut ini adalah faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih perangkat IoT :

1. Ketepatan

Seperti perangkat konvensional lainnya, keakuratan perangkat atau sensor IoT penting untuk memastikan efisiensi penggunaan perangkat di lokasi tertentu. Perangkat atau sensor IoT harus mampu melacak informasi yang dibutuhkan dengan tepat. Misalnya, sensor yang mengumpulkan data suhu/kondisi secara real-time dapat bekerja sangat baik untuk perusahaan bioteknologi yang perlu memantau secara dekat bahan biomedis yang sensitif terhadap suhu. Bisnis harus mempertimbangkan keakuratan dan kinerja perangkat atau sensor IoT untuk memastikan bahkan situasi seperti perubahan suhu kecil dapat ditangkap dan memicu peringatan.

2. Biaya

Mengukur biaya perangkat atau sensor IoT terhadap laba atas investasi merupakan aspek penting dalam pengambilan keputusan. Bisnis harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti kegunaan kembali, skala atau jangkauan yang ditawarkan, infrastruktur yang diperlukan untuk penerapan perangkat atau sensor IoT, dan memenuhi anggaran yang ditentukan. Administrasi perangkat IoT juga menambah biaya, sehingga perangkat yang mudah digunakan dan dipelihara dapat membantu meningkatkan ROI.

3. Keamanan

Perangkat IoT yang terhubung ke jaringan perusahaan rentan terhadap sejumlah ancaman keamanan. Sangat penting bagi bisnis untuk memahami titik koneksi perangkat atau sensor IoT sebelum menerapkannya ke dalam operasi bisnis. Keamanan sering kali terganggu karena pengguna akhir tidak menyadari koneksi yang dibuat perangkat atau sensor IoT di ekosistem IoT. Oleh karena itu, bisnis harus meneliti dan memeriksa standar keamanan perangkat atau sensor sebelum memasukkannya ke dalam bisnis

4. Umur Panjang

Apakah sensor IoT dapat digunakan selama bertahun-tahun merupakan pertimbangan penting. Selain itu, menentukan apakah perangkat bersifat universal dalam penerapannya di seluruh proses bisnis juga penting. Perangkat IoT dapat digunakan dalam jangka waktu lama dan dipelihara dari jarak jauh, oleh karena

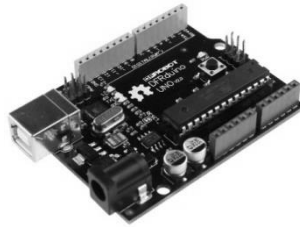
itu penting untuk mengetahui siklus hidup kinerja dari waktu ke waktu dan seiring bertambahnya usia perangkat dalam lingkungan yang berubah. Penurunan kinerja perangkat dapat mengakibatkan kerugian besar dalam situasi di mana, misalnya, perangkat atau sensor memantau produk sensitif terhadap suhu yang diangkut dalam rantai pasokan. Oleh karena itu, investasi pada sensor IoT yang memiliki masa pakai lebih lama harus dipertimbangkan

5. Konektivitas

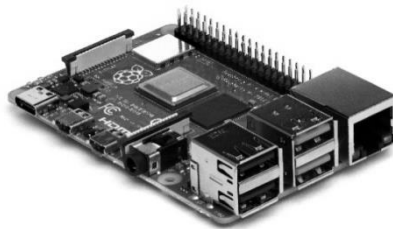
Dalam ekosistem IoT, konektivitas merupakan komponen penting. Jaringan IoT menggunakan berbagai protokol komunikasi yang berbeda, termasuk protokol jarak pendek (seperti ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi); jaringan seluler; atau protokol radio jarak jauh (seperti LoRa, NFC). Oleh karena itu, perangkat atau sensor IoT harus dapat terhubung dan mendukung protokol komunikasi ini dan lainnya.

B. Pemilihan Platform IoT

Pilih platform IoT yang sesuai untuk proyek Anda. Beberapa platform populer termasuk Arduino, Raspberry Pi, atau platform berbasis cloud seperti AWS IoT, Google Cloud IoT, atau Microsoft Azure IoT. Misalnya Arduino Uno, dua platform yang biasanya digunakan dalam pengembangan purwarupa perangkat keras. Kedua platform ini memiliki harga yang murah, mudah dikustomisasi, dan memiliki komunitas pengguna yang luas [3].



Gambar 1. DFRduino UNO



Gambar 2. Raspberry PI Type A

C. Pemasangan Perangkat Keras

Dalam pemasangan perangkat keras tentunya harus disesuaikan dengan kondisi dan lokasi di lapangan, sehingga nantinya perangkat keras yang terpasang dapat bekerja optimal sesuai tujuan dari proyek yang dibuat. Pastikan perangkat keras terhubung ke sumber daya listrik jika diperlukan.

D. Instalasi Perangkat Lunak

Instal perangkat lunak yang dibutuhkan pada perangkat keras. Ini termasuk sistem operasi (jika diperlukan), driver perangkat, dan perangkat lunak khusus yang diperlukan untuk dalam membangun sebuah proyek, misalnya ketika

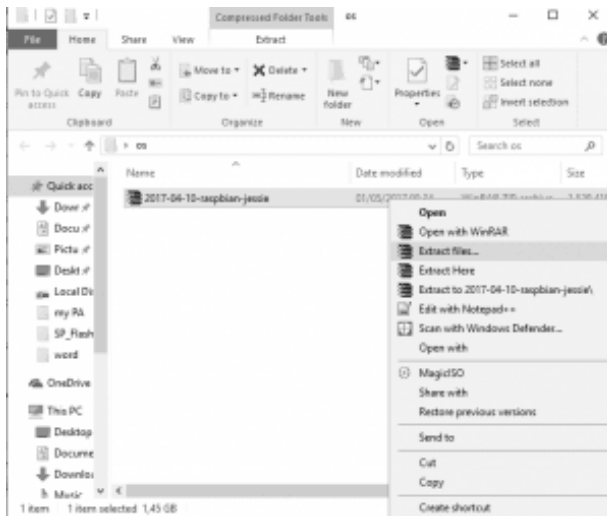
menggunakan raspberry pi tentu harus dilakukan instalasi terlebih dahulu, berikut Langkah-langkahnya :

1. Siapkan kebutuhan hardware dan Software

- a. Card Reader.
- b. MicroSD Class 10 minimal 8 GB.
- c. Laptop/Komputer.
- d. Operation System (OS) Raspberry.
- e. Win32DiskImager.
- f. SDFormatter.

2. Melakukan installasi OS Raspberry

- a. Install Win32DiskImager dan SDFormatter.
- b. Hubungkan MicroSD yang ada OS raspberry ke laptop menggunakan CardReader.
- c. Extract OS Raspberry yang berbentuk ZIP.



Gambar 3. OS Raspberry yang berbentuk ZIP

- d. OS Raspberry yang sudah di extract berbentuk image(.img).
- e. Buka aplikasi SDFormatter, dan pilih drive letak MicroSDnya.
- f. Lakukan Format kemudian muncul popup complete.
- g. Buka aplikasi Win32DiskImager, dan pilih drive letak MicroSD.
- h. Cari letak penyimpanan image OS yang tadi di extract berbetuk (.img).
- i. Kemudian pilih Write untuk melakukan burning OS.
- j. Tunggu hingga proses Write selesai seperti ini
- k. MicroSD tersebut siap dipakai dan tinggal di masukan ke Raspberry.

E. Koneksi ke Internet

Dalam penerapan IoT harus mempertimbangkan saat memilih jaringan IoT. Yang harus dipahami adalah menentukan rumus sederhana yang digunakan pada koneksi jaringan IoT. Teknologi koneksi jaringan IoT = jangkauan vs. konsumsi energi. Rumus tersebut menjadi faktor penting saat memilih koneksi jaringan IoT. Beberapa jaringan yang digunakan untuk menghubungkan IoT ke internet :

1. Wifi : jenis jaringan yang memiliki jarak pendek, bandwidth tinggi, konsumsi daya sedang dan tinggi
2. Mesh internet of Things :jenis jaringan yang memiliki jarak pendek, bandwidth rendah dan konsumsi daya rendah

3. Bluetooth : jenis jaringan yang memiliki jarak pendek, bandwidth tinggi dan konsumsi daya rendah
4. Koneksi Jaringan Seluler : jenis jaringan yang memiliki jarak jauh, bandwidth tinggi dan konsumsi daya tinggi
5. Low-Power Wide Area Network (LPWAN) : jenis jaringan yang memiliki jarak jauh, bandwidth rendah dan konsumsi daya rendah
6. Koneksi Jaringan Satelit : jenis jaringan yang memiliki jarak jauh, bandwidth tinggi dan konsumsi daya tinggi
7. Pilihan koneksi jaringan lain
8. Dalam implementasi Internet of Things, ada teknologi koneksi jaringan lain sering digunakan. Seperti Near Field Communication (NFC) dan Radio Frequency Identification (RFID).

F. Pengembangan Perangkat Lunak

Dalam mengembangkan perangkat lunak tentunya tidak terlepas bahasa pemrograman. Hal tersebut menjadikan perangkat IoT memerlukan integrasi dengan sistem yang memiliki kemampuan komputasi yang lebih baik sehingga kode program yang digunakan harus sesuai dengan platform yang digunakan [4], contohnya Raspberry Pi ini biasanya menggunakan Bahasa pemrograman Python, untuk lebih jelasnya Bahasa pemrograman apa saja yang di gunakan dalam mengembangkan perangkat lunak IoT [5], antara lain:

1. Bahasa C

Bahasa pemrograman C merupakan salah satu bahasa paling penting dalam ekosistem IoT. Bahasa ini

kerap sekali digunakan hampir di seluruh pengerjaan proyek IoT, terutama perangkat yang di-embed, dan diakui hampir di seluruh spektrum internet mana pun. Bahasa pemrograman C juga sering digunakan penerapannya pada board IoT seperti Arduino, walaupun terdapat banyak bahasa pemrograman lain yang tingkatannya berada di atas C, tetapi C adalah bahasa pemrograman dasar yang harus dipahami semua orang.

2. Bahasa C++

Bahasa C++ merupakan objek pre-prosesor yang berorientasi pada C dan mempunyai daya atau kekuatan pemroses yang tidak dimiliki oleh bahasa C dalam melakukan pengerjaan bahasa yang lebih tinggi dan sedikit rumit. Bahasa C++ sendiri sudah diterapkan pada pemrograman yang di-embed dan juga dipakai secara luas dalam project yang melibatkan Linux. Bahasa jenis ini juga bisa menambah layer abstraksi, kelas, dan objek. Bahasa C++ pada prakteknya akan meng-allow developer untuk bisa menambahkan kode pemrograman yang akan di-embed kepada kode di IoT. Bahasa C++ sendiri telah menginspirasi kelahiran bahasa lain seperti Java, Python C#, D, dan sebagainya.

3. Java

Mengacu dari penggunaannya yang luas. Java juga menjadi bahasa pemrograman yang bisa meakukan pengembangan lebih beragam dari sudut industrial dan IoT. Contohnya seperti Oracle yang telah menciptakan sebuah platform bernama Oracle Java Embedded. Platform tersebut bisa dipakai dalam kendaraan yang

sudah terhubung dan membantu proses data mining yang terjadi di dalam kendaraan

4. Python

Bahasa pemrograman python merupakan bahasa pemrograman paling banyak yang dipakai untuk merancang aplikasi website, tetapi bahasa ini cukup menarik perhatian dalam ruang pengkodean IoT, pasalnya bahasa pemrograman python juga digunakan oleh perusahaan teknologi besar seperti Google, Yahoo, dan NASA. Bahkan, Karlsruhe University di Jerman, mendapati penemuan bahwa bahasa pemrograman ini penggunaannya bisa lebih produktif dari pada bahasa C atau Java dalam konteks pemrograman, termasuk dalam melakukan manipulasi string dan pencarian dalam dictionary

G. Keamanan

Pengguna IoT terutama perusahaan besar yang sudah menerapkan IoT harus memperhatikan keamanan IoT. Isu yang masih menjadi kelemahan dalam penerapan IoT adalah keamanan dan privasi. Serangan terhadap keamanan IoT yang sering terjadi biasanya pada laber RIFD, jaringan komunikasi maupun privasi data. Untuk dapat mencegahnya dibutuhkan mekanisme dan protokol keamanan [6]. Pastikan Anda menerapkan tindakan keamanan yang sesuai untuk melindungi perangkat IoT Anda dari serangan. Ini termasuk penggunaan enkripsi, otentikasi, pembaruan perangkat lunak yang teratur, dan firewall jika diperlukan.

H. Pengujian

Lakukan pengujian untuk memastikan bahwa perangkat IoT berfungsi dengan baik dan dapat mengirim data ke server atau platform IoT. Strategi pengujian perangkat IoT yang menyeluruh harus memvalidasi kinerja, fungsionalitas, kompatibilitas, dan keamanan perangkat. Pendekatan pengujian harus mencakup setiap lapisan perangkat IoT:

1. **Fisik.** Sensor, pengontrol, dan koneksi perangkat.
2. **Jaringan.** Gateway, unit komunikasi dan protokol yang memastikan konektivitas perangkat dan transmisi data.
3. **Manajemen data.** Sistem back-end -- lokal atau berbasis cloud -- yang menyimpan, mengumpulkan, dan menganalisis data yang dikumpulkan atau dikirimkan oleh perangkat.
4. **Aplikasi.** Perangkat lunak yang menawarkan interaksi pengguna untuk kemampuan pelaporan atau kontrol.

Strategi pengujian perangkat IoT Anda harus mencakup jenis pengujian berikut:

1. **Pengujian fungsional.** Validasi perangkat lunak IoT terhadap persyaratan dan spesifikasi fungsional, uji API apa pun yang digunakan atau dihubungkan oleh perangkat, lakukan uji regresi standar, periksa UI, pastikan perangkat terhubung ke database apa pun yang diperlukan dan pastikan komunikasi klien-server berjalan dengan lancar. Pengujian fungsional ini harus memeriksa setiap tugas dalam perangkat IoT untuk memastikan tugas tersebut berfungsi dengan benar dan memenuhi persyaratan.

2. **Pengujian kompatibilitas.** Pastikan perangkat IoT berfungsi dengan baik dengan infrastruktur Anda, memberikan UX yang diharapkan, dan memenuhi persyaratan operasional Anda. Misalnya, apakah perangkat keras IoT berfungsi dengan fasilitas fisik yang ada? Apakah perangkat kompatibel dengan semua OS dan jenis browser? Apakah perangkat kompatibel dengan protokol komunikasi Anda?
3. **Pengujian konektivitas.** Alat pengujian IoT harus mampu melacak kekuatan komunikasi antara perangkat, pengguna, dan jaringan. Banyak perangkat yang hanya terhubung ke jaringan secara berkala, jadi sangat penting untuk memastikan perangkat selalu dapat terhubung dan, oleh karena itu, terus berfungsi saat offline.
4. **Pengujian keamanan.** Alat pengujian penetrasi dapat memverifikasi bahwa perangkat IoT Anda terlindungi dari ancaman, kerentanan, dan risiko keamanan. Untuk membantu mengidentifikasi dan memperbaiki kelemahan dengan segera, armada IoT Anda harus disertakan dalam setiap pengujian keamanan rutin. Verifikasi bahwa data IoT selalu dilindungi dan dienkripsi saat transit dan memenuhi pedoman keamanan perusahaan.
5. **Pengujian kinerja.** Lakukan pengujian kinerja rutin untuk menentukan apa yang dapat Anda harapkan dari perangkat IoT Anda dalam kondisi pengoperasian umum. Tujuannya adalah untuk menemukan dan menghilangkan blok yang mencegah perangkat bekerja pada tingkat optimal atau mempengaruhi sistem lain yang terhubung. Alat pengujian kinerja dapat

mengumpulkan informasi tentang waktu respons perangkat dan keandalan fitur-fiturnya sehingga Anda mengetahui apakah perangkat tersebut memenuhi spesifikasi Anda.

I. Integrasi dengan Platform IoT

Platform Integrasi IoT juga memungkinkan Anda mengintegrasikan data dengan informasi lain yang tersedia. Teknik Integrasi IoT memiliki banyak metode yang tersedia untuk mengintegrasikan data. Dengan Integrasi IoT berbasis Cloud [7], seluruh proses menjadi sederhana dan mudah bagi siapa saja. Landasan IoT adalah kemampuannya untuk membangun koneksi dan berkomunikasi antar perangkat dan sistem. Masa depan integrasi IoT menjanjikan, dengan beberapa tren menarik yang akan terjadi. Kecerdasan Buatan (AI) dan Pembelajaran Mesin (ML) akan memberdayakan perangkat IoT untuk membuat keputusan cerdas dan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Munculnya jaringan 5G akan meningkatkan konektivitas, memungkinkan transmisi data real-time dan membuka peluang penggunaan IoT baru. Tren Integrasi IoT membuka jalan bagi kemungkinan-kemungkinan menarik seiring dengan terus berkembang dan berkembangnya teknologi. bisnis dan organisasi dapat mengatasi Tantangan Integrasi IoT dan memperoleh manfaat dari teknologi baru ini.

J. Pemantauan dan Pemeliharaan

Setelah instalasi selesai, lakukan pemantauan dan pemeliharaan rutin pada perangkat IoT Anda. Pastikan perangkat keras dan perangkat lunak tetap berjalan dengan

baik, dan lakukan pembaruan perangkat lunak jika diperlukan.

K. Dokumentasi

Buat dokumentasi yang baik tentang instalasi IoT Anda, termasuk skema jaringan, kode sumber, dan konfigurasi perangkat. Ini akan berguna untuk pemecahan masalah dan pemeliharaan di masa depan.

Langkah Membangun Node Sensor

Bab ini akan membahas langkah-langkah membangun *Node* Sensor dengan menggunakan ESP3. Sebelum kita mulai, mari kita kenali terlebih dahulu apa itu *Node* Sensor dan mengapa perangkat ini begitu penting dalam dunia teknologi saat ini.

A. Apa itu Node Sensor?

Node Sensor adalah perangkat kecil yang dirancang untuk mengumpulkan data dari berbagai jenis sensor, seperti sensor suhu, kelembaban, atau tekanan, dan kemudian mengirimkan data tersebut ke tempat yang dapat diakses melalui jaringan, seperti internet (Armin, Gunadi and Widodo, 2016). Perangkat ini telah mengubah cara kita memantau dan mengontrol lingkungan sekitar kita. Sebagai contoh sederhana, bayangkan kita ingin memantau suhu di dalam ruangan Anda saat Anda tidak berada di rumah. Dengan *Node* Sensor, Anda dapat melakukannya dengan mudah, cukup dengan melihat aplikasi di ponsel.

B. Mengapa Node Sensor Penting?

Node Sensor memiliki peran yang penting dalam berbagai bidang, termasuk Internet of Things (IoT), pemantauan lingkungan, dan pemantauan keamanan. *Node* Sensor membantu kita mengumpulkan data yang berharga untuk pengambilan keputusan yang lebih baik (Pujiana, Handayani and Aryanti, 2017). Selain itu, *Node* Sensor memungkinkan kita untuk mengotomatiskan banyak tugas yang sebelumnya harus dilakukan secara manual (Zourmand *et al.*, 2019).

C. Persiapan Awal

Pertama-tama, pastikan Anda memiliki semua komponen yang diperlukan:

1. **ESP32:** Ini adalah **otak** dari *Node* Sensor.
2. **Sensor-sensor:** Tergantung pada jenis data yang ingin dimonitor, sehingga Anda akan membutuhkan sensor-sensor tertentu. Contoh sensor yang umum digunakan yaitu sensor suhu, kelembaban, pH tanah, dan lainnya.
3. **Komputer dengan Koneksi Internet:** Anda akan memerlukan komputer atau laptop yang dapat terhubung ke internet. Ini akan digunakan untuk mengatur ESP32 agar dapat mengirim data sensor ke *platform* IoT *online*.
4. **Kabel USB:** untuk menghubungkan ESP32 ke komputer.
5. **Perangkat Lunak Arduino IDE:** Pastikan Anda sudah mengunduh dan menginstal perangkat lunak Arduino IDE di komputer, ini akan digunakan untuk memprogram ESP32.

Instalasi Arduino IDE

Sebelum kita dapat mulai memprogram ESP32, kita perlu menginstal **Arduino IDE** untuk mengembangkan programnya. Langkah pertama adalah mengunduh Arduino IDE dari situs web resminya. Ikuti langkah-langkah berikut:

1. Buka halaman *browser* dan pergi ke situs web resmi **Arduino IDE**.
2. Di halaman unduhan, Anda akan melihat opsi untuk berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux. Pilih opsi yang sesuai dengan sistem operasi komputer Anda, kemudian klik tombol "*Download*."
3. Setelah unduhan selesai, buka *file* yang diunduh dan ikuti petunjuk instalasi.

Konfigurasi Arduino IDE untuk ESP32

Setelah berhasil menginstal Arduino IDE, kita perlu mengkonfigurasinya agar dapat memprogram ESP32. Berikut langkah-langkahnya:

1. Buka Arduino IDE yang baru diinstal.
2. Pergi ke menu "*File*" > "*Preferences*.."
3. Di dalam kotak dialog "*Preferences*.." temukan kolom "*Additional board manager URLs*" dan tambahkan URL berikut: **espressif.github.io/arduino-esp32/package_esp32_index.json**.
4. Klik "OK" untuk menutup kotak dialog *Preferences*...

Menginstal Paket ESP32

Sekarang kita akan menginstal paket yang diperlukan agar Arduino IDE dapat digunakan untuk memprogram ESP32. Berikut caranya:

1. Pergi ke menu "*Tools*" > "*Board*" > "*Board Manager*."
2. Di dalam kotak pencarian, ketik "ESP32" dan pilih "ESP32 by Espressif Systems" dari daftar yang muncul.
3. Klik tombol "*Install*" di sebelah papan ESP32 untuk menginstal paketnya.
4. Setelah selesai, Anda akan melihat pesan bahwa papan ESP32 telah berhasil diinstal.

D. Mengenal ESP32

Sebelum kita melangkah lebih jauh dalam pembuatan *Node Sensor* dengan ESP32, mari kita mengenal perangkat ini dengan lebih baik. ESP32 adalah komponen inti dari proyek kita, dan pemahaman tentang fitur-fitur dasarnya akan sangat membantu.

Apa itu ESP32?

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang sangat populer di kalangan pengembang IoT (*Internet of Things*). Mikrokontroler ini dikembangkan oleh perusahaan Espressif Systems dan telah menjadi pilihan favorit dalam berbagai proyek elektronik, terutama yang terkait dengan *Internet of Things*. Berikut adalah beberapa fitur utama yang dimiliki oleh ESP32:

1. *Dual Core CPU*: ESP32 memiliki dua inti CPU, yang memungkinkan Anda untuk menjalankan beberapa tugas secara bersamaan.
2. *Wi-Fi dan Bluetooth*: ESP32 dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. Ini memungkinkan *Node Sensor* yang dibangun dapat terhubung ke jaringan

Wi-Fi dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui Bluetooth.

3. **Low Power Mode:** ESP32 memiliki mode hemat daya yang efisien, sehingga cocok untuk perangkat yang perlu beroperasi dalam waktu lama tanpa perlu baterai yang besar.
4. **GPIO Pins:** ESP32 memiliki sejumlah pin GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor dan perangkat eksternal. Ini memungkinkan fleksibilitas dalam menghubungkan berbagai jenis perangkat.
5. **Mikrokontroler yang *Programmable*:** Anda dapat memprogram ESP32 menggunakan Arduino IDE atau bahasa pemrograman yang mendukung mikrokontroler, seperti Python.
6. **Periferal Tambahan:** ESP32 juga dilengkapi dengan berbagai periferal tambahan seperti I2C, SPI, dan UART, yang memungkinkan Anda untuk terhubung ke berbagai sensor dan perangkat eksternal (Espressif, 2023).

E. Menghubungkan ESP32 dengan Komputer

Sekarang kita telah mengenal ESP32 dengan lebih baik, saatnya untuk menghubungkan ESP32 ke komputer Anda agar Anda dapat mulai memprogram dan mengatur perangkat ini. Berikut langkah-langkahnya:

1. Persiapkan Kabel USB

Langkah pertama adalah mempersiapkan kabel USB yang diperlukan untuk menghubungkan ESP32 ke komputer Anda.

2. Sambungkan ESP32 ke Komputer

Selanjutnya, sambungkan salah satu ujung kabel USB ke port USB pada ESP32, dan ujung lainnya ke port USB pada komputer Anda.

3. Identifikasi Port Komunikasi

Setelah Anda menyambungkan ESP32 ke komputer, Anda perlu mengidentifikasi port komunikasi yang digunakan oleh ESP32. Berikut langkah-langkahnya:

- a. Buka Arduino IDE yang sudah Anda instal.
- b. Pergi ke menu "*Tools*" > "*Port*." Anda akan melihat daftar *port* yang tersedia. *Port* yang digunakan oleh ESP32 biasanya akan terlihat seperti "COMx" di Windows atau "/dev/ttyUSBx" di Linux.

4. Uji Koneksi


Untuk memastikan bahwa ESP32 sudah terhubung dengan komputer Anda dengan benar, Anda dapat mencoba mengunggah program sederhana ke ESP32. Misalnya, Anda dapat mencoba mengunggah program "*Hello World*" ke ESP32 untuk memeriksa apakah semuanya berjalan lancar. Caranya sebagai berikut:

- a. Buka Arduino IDE yang sudah Anda instal.
- b. Pergi ke menu "*File*" > "*New Sketch*"
- c. Ketikkan nama proyek yang sesuai, misalnya "Node_Sensor" atau nama yang Anda suka.
- d. Pastikan Anda sudah memilih papan "ESP32 Dev Module" di menu "*Tools*" > "*Board*."
- e. Sekarang, Anda memiliki proyek kosong yang siap untuk dikembangkan.

Sebelum Anda mulai menulis kode, penting untuk memahami struktur dasar proyek. Secara umum, proyek Arduino memiliki dua fungsi utama: **setup()** dan **loop()**.

```
1 void setup() {
2   Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
3   Serial.println("Hello, World!"); // Mencetak pesan ke monitor serial
4 }
5
6 void loop() {
7   // Kode untuk loop akan ditambahkan di sini
8 }
9
```

Gambar 2. Program Sederhana pada ESP32

- a. **setup()**: Ini adalah bagian di mana Anda menyiapkan semua konfigurasi awal, seperti mengatur pin GPIO dan menginisialisasi sensor.
- b. **loop()**: Ini adalah bagian yang berjalan berulang-ulang dan biasanya berisi kode untuk membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke tempat yang Anda inginkan.
- c. Pastikan Anda telah memilih port komunikasi yang benar seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.
- d. Unggah program ke ESP32 dengan mengklik ikon panah  (*Upload*) di atas jendela Arduino IDE.
- e. Buka "*Serial Monitor*" di Arduino IDE untuk melihat pesan yang dicetak oleh ESP32.

Jika Anda berhasil melihat pesan "Hello, World!" di monitor serial, berarti Anda telah berhasil memulai proyek Anda dengan baik.

F. Konfigurasi Sensor pada ESP32

Langkah selanjutnya adalah menghubungkan sensor-sensor ke ESP32 dan menggunakannya untuk mengambil data lingkungan. Mari kita pelajari bagaimana cara melakukan ini.

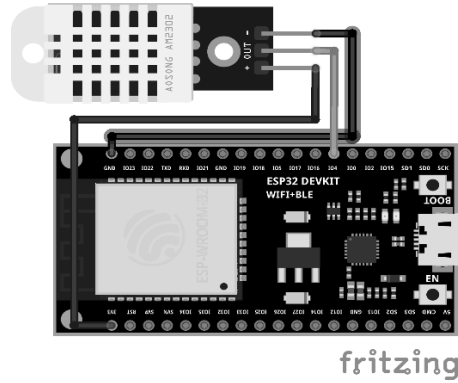
1. Pilih Sensor yang Sesuai

Pertama, Anda perlu memilih sensor yang sesuai untuk proyek Anda. Sensor yang Anda pilih akan bergantung pada parameter lingkungan yang ingin Anda monitor, seperti suhu, kelembaban, cahaya, atau lainnya. Pastikan Anda telah membeli sensor yang sesuai dengan kebutuhan Anda.

2. Koneksi Fisik

Setelah Anda memiliki sensor yang sesuai, langkah berikutnya adalah menghubungkannya ke ESP32. Sensor-sensor umumnya memiliki tiga kaki (VCC, GND, dan OUT/Signal) yang perlu dihubungkan ke ESP32. Contoh penghubungannya bisa seperti ini:

- a. Kaki VCC sensor ke pin 3.3V pada ESP32.
- b. Kaki GND sensor ke pin GND pada ESP32.
- c. Kaki OUT/Signal sensor ke salah satu pin GPIO pada ESP32, seperti pin 4.



Gambar 3. Konfigurasi Rangkaian DHT11 dan ESP32

3. Library Sensor

Untuk membaca data dari sensor, Anda perlu menggunakan library sensor yang sesuai. Arduino IDE memiliki banyak library yang sudah tersedia dan dapat dengan mudah diinstal. Contoh, jika Anda menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT11, Anda dapat mencari dan menginstal library "DHT sensor library" dari "*Manage Libraries..*" Arduino IDE.

4. Kode Program

Setelah sensor terhubung dan library yang sesuai diinstal, Anda dapat mulai menulis kode program untuk membaca data dari sensor. Berikut contoh kode sederhana untuk membaca suhu dari sensor DHT11:

```

1 #include <DHT.h>
2
3 #define DHTPIN 4 // Pin GPIO yang digunakan
4 #define DHTTYPE DHT11 // Jenis sensor DHT yang digunakan
5
6 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600);
10  dht.begin();
11 }
12
13 void loop() {
14   delay(2000);
15   float suhu = dht.readTemperature();
16   Serial.print("Suhu: ");
17   Serial.print(suhu);
18   Serial.println(" °C");
19 }

```

Gambar 4. Program untuk Membaca Suhu menggunakan DHT11 pada ESP32

G. Menghubungkan ke Platform Thinger.io

Salah satu platform yang dapat kita gunakan adalah Thinger.io. Mari kita pelajari bagaimana cara menghubungkan Node Sensor kita ke Thinger.io.

1. Membuat Akun Thinger.io

Langkah pertama adalah membuat akun di Thinger.io jika Anda belum memiliki satu. Ikuti langkah-langkah berikut:

- a. Buka peramban web Anda dan pergi ke situs web resmi Thinger.io.
- b. Klik tombol "Daftar" atau "Buat Akun."
- c. Isi informasi yang diperlukan untuk membuat akun, seperti nama pengguna, alamat email, dan kata sandi.

2. Membuat Proyek di Thingier.io

Setelah Anda masuk ke akun Thingier.io Anda, langkah selanjutnya adalah membuat proyek untuk Node Sensor Anda. Berikut langkah-langkahnya:

- Di dashboard Thingier.io, klik "*Devices*" > "*Add Devices*"
- Isi *field* yang ada seperti berikut (untuk *credential* klik *random* dan jangan lupa di simpan)

Device Configuration

Device Type ⁱ IOTMP Device (Thingier.io protocol) ▾

Device Id ⁱ LatihanIoT

Device Credentials ⁱ qZ7fRvABqMXEXVc Random ⁱ

Device Information

Device Name ⁱ Node Sensor

Device Description ⁱ DHT11

Gambar 5. Isi Konfigurasi Device pada Thingier.io

- Setelah proyek dibuat, Anda akan mendapatkan informasi kunci API yang akan digunakan dalam kode program Anda untuk menghubungkan Node Sensor ke proyek ini.

3. Konfigurasi Koneksi Thingier.io

Selanjutnya, Anda perlu mengkonfigurasi *Node Sensor* agar dapat terhubung ke proyek di Thingier.io. Ini melibatkan pengaturan seperti nama pengguna dan kunci API di kode program Anda. Berikut contoh kode program untuk menghubungkan *Node Sensor* ke Thingier.io:

```

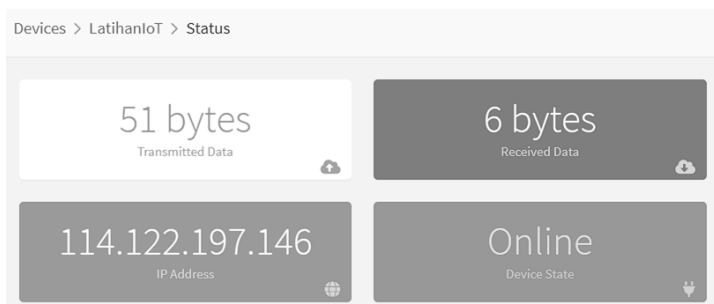
1 #include <ThingierESP32.h>
2 #include <DHT.h>
3
4 #define USERNAME "Username Akun Thingier.io"
5 #define DEVICE_ID "Nama Device ID yang sudah dibuat"
6 #define DEVICE_CREDENTIAL "Credential Random yang sudah dibuat"
7
8 #define SSID "Nama Wifi"
9 #define SSID_PASSWORD "Password Wifi"
10
11 #define DHTPIN 4
12 ThingierESP32 thing(USERNAME, DEVICE_ID, DEVICE_CREDENTIAL);
13
14 DHT dht(DHTPIN, DHT11);
15
16 void setup() {
17
18     /*Mulai koneksi dengan thingier.io*/
19     thing.add_wifi(SSID, SSID_PASSWORD);
20     /*Memulai sensor suhu dan kelembapan*/
21     dht.begin();
22     /*Membaca DHT11 dan Mengirimkan data kelembapan ke Thingier.io*/
23     thing["Kelembapan"] >> outputValue(dht.readHumidity());
24     /*Membaca DHT11 dan Mengirimkan data Temperatur ke Thingier.io*/
25     thing["Temperatur"] >> outputValue(dht.readTemperature());
26 }
27
28 void loop() {
29     thing.handle();
30 }

```

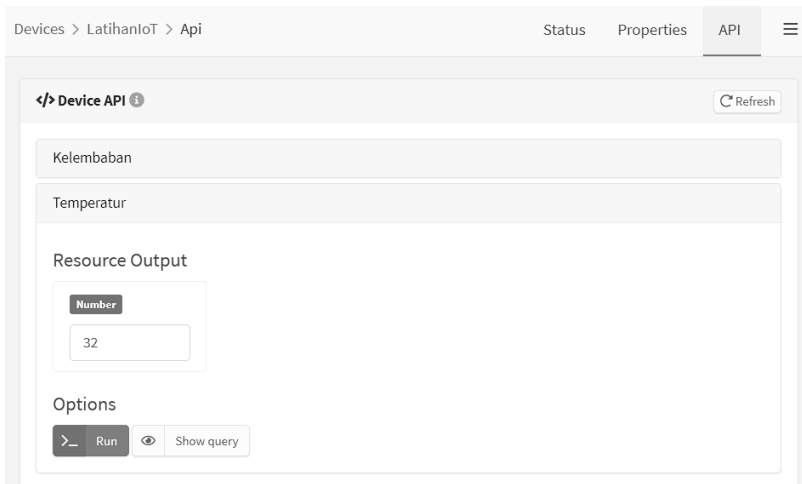
Gambar 6. Program ESP32 untuk Mengirim Data Suhu dan Kelembapan ke Thingier.io

4. Monitor Data di Thingier.io

Setelah *Node* Sensor Anda terhubung ke Thingier.io, Anda dapat melihat data sensor secara online melalui dashboard Thingier.io. Anda dapat membuat grafik, melacak perubahan, dan mengatur notifikasi sesuai kebutuhan Anda.



Gambar 7. Indikator ESP32 Berhasil Terhubung ke Thingier.io



Gambar 8. Indikator Data Suhu dan Kelembaban Berhasil Terkirim ke Thinger.io

Langkah Membangun Middleware dengan Raspberry PI

Middleware berfungsi sebagai perantara atau lapisan antara berbagai bagian perangkat lunak atau perangkat keras yang berbeda dalam sistem komputer atau jaringan dan membantu mereka berkomunikasi, bekerja sama, dan berintegrasi dengan lebih baik (Septian W, 2018). Middleware memungkinkan berbagai sistem, bahasa pemrograman, dan teknologi untuk berinteraksi satu sama lain. Salah satu fungsi utama middleware adalah memungkinkan komunikasi antara komponen yang berbeda. Ini bisa termasuk komunikasi antara aplikasi yang berjalan pada komputer yang berbeda dalam jaringan atau antara aplikasi dan basis data. Middleware memfasilitasi integrasi berbagai sistem, bahasa pemrograman, dan teknologi yang berbeda. Ini memungkinkan sistem yang beragam untuk berinteraksi dan berbagi data. Middleware seringkali memberikan abstraksi atau antarmuka yang bersifat umum bagi aplikasi untuk berkomunikasi satu sama lain. Hal ini memungkinkan pengembang untuk fokus pada logika bisnis mereka tanpa harus memahami detail teknis dari komunikasi infrastruktur. Middleware dapat menyediakan lapisan keamanan untuk melindungi data dan komunikasi yang terjadi antara

komponen-komponen yang berinteraksi. Ini dapat mencakup enkripsi, otentikasi, dan otorisasi. Middleware juga seringkali memiliki kemampuan manajemen dan pemantauan yang memungkinkan pengawasan kinerja, penanganan kesalahan, dan pengelolaan sumber daya. Contoh middleware yang umum digunakan termasuk server aplikasi seperti Apache Tomcat, message brokers seperti RabbitMQ, middleware IoT seperti MQTT, dan banyak lagi. Middleware sangat penting dalam pengembangan sistem yang kompleks dan terdistribusi karena membantu dalam menjaga komunikasi yang efisien antara berbagai komponen, mengurangi kerumitan, dan meningkatkan fleksibilitas sistem. etika bekerja dengan middleware pada Raspberry Pi, Anda dapat menggunakan berbagai solusi middleware tergantung pada kebutuhan proyek Anda. Berikut adalah beberapa referensi middleware populer yang dapat digunakan dengan Raspberry Pi:

1. **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)** adalah protokol komunikasi ringan yang umum digunakan dalam aplikasi IoT. Anda dapat menggunakan perpustakaan Paho MQTT untuk Python di Raspberry Pi.
2. **Apache Kafka** adalah platform streaming acara terdistribusi.
3. **RabbitMQ**, adalah perantara pesan yang mengimplementasikan Advanced Message Queuing Protocol (AMQP). Untuk menggunakan RabbitMQ di Raspberry Pi
4. **ZeroMQ** adalah perpustakaan komunikasi asinkron yang sangat cepat. Ini ringan dan dapat digunakan untuk berbagai pola komunikasi.

5. **Node-RED** adalah alat pengembangan berbasis aliran untuk pemrograman visual di Raspberry Pi. Ini dapat digunakan untuk membuat aplikasi IoT dan middleware.
6. **D-Bus** adalah sistem bus pesan untuk komunikasi antarproses. Ini sering digunakan dalam sistem berbasis Linux, termasuk Raspberry Pi.
7. **gRPC** adalah kerangka kerja pemanggilan prosedur jarak jauh (RPC) yang sangat cepat dan mendukung berbagai bahasa pemrograman. Ini dapat digunakan untuk komunikasi efisien antara layanan.

A. Langkah - Langkah Membangun Middleware

Membangun middleware dengan Raspberry Pi adalah langkah yang menarik untuk mengintegrasikan perangkat keras (Raspberry Pi) dengan perangkat lunak (middleware) untuk berbagai aplikasi. Middleware merupakan sebuah perangkat lunak yang menghubungkan berbagai komponen sistem dan memungkinkan komunikasi antara mereka. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk membangun middleware dengan Raspberry Pi:

1. Pemilihan Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer kecil yang memiliki berbagai model dengan berbagai spesifikasi. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan saat memilih Raspberry Pi yaitu Pertama-tama, tentukan tujuan proyek Anda dengan jelas. Apakah Anda ingin membuat proyek IoT, server kecil, media center, atau sesuatu yang lain? Tujuan proyek akan memengaruhi spesifikasi Raspberry Pi yang Anda butuhkan. Lalu lihatlah spesifikasi teknis

Raspberry Pi. Setiap model Raspberry Pi memiliki spesifikasi yang berbeda. Pertimbangkan faktor seperti kecepatan CPU, jumlah RAM, jumlah port USB, dukungan jaringan (Ethernet atau Wi-Fi), dan lainnya sesuai dengan kebutuhan Anda. Setelah mengetahui spesifikasi teknis Raspberry Pi Pastikan Raspberry Pi yang Anda pilih tersedia untuk dibeli. Harga juga akan memengaruhi keputusan Anda. Raspberry Pi yang lebih kuat cenderung lebih mahal. Pastikan Raspberry Pi Anda kompatibel dengan perangkat keras yang ingin Anda hubungkan, seperti sensor, kamera, layar, dan lainnya. Periksa port dan pinout yang tersedia pada model Raspberry Pi yang Anda pertimbangkan. Setelah itu perhatikan berapa daya yang dibutuhkan oleh Raspberry Pi. Ini termasuk daya yang dibutuhkan oleh perangkat tambahan yang akan Anda hubungkan. Pastikan Anda memiliki sumber daya yang cukup (misalnya, adaptor daya yang cukup kuat). Dan terakhir periksa apa yang sudah termasuk dalam paket Raspberry Pi dan apa yang perlu Anda tambahkan. Misalnya, Anda mungkin perlu membeli kartu microSD, keyboard, mouse, kabel HDMI, dan sebagainya. Jika proyek Anda membutuhkan koneksi jaringan, perhatikan apakah Raspberry Pi yang Anda pilih mendukung Wi-Fi atau hanya koneksi Ethernet. Jika Anda memerlukan koneksi nirkabel, pastikan model yang Anda pilih memiliki dukungan Wi-Fi.

Setelah mempertimbangkan faktor-faktor di atas, Anda dapat memilih model Raspberry Pi yang paling sesuai dengan proyek Anda. Raspberry Pi yang populer dan sering digunakan adalah Raspberry Pi 3 dan

Raspberry Pi 4, tetapi ada juga model-model lain yang dapat dipertimbangkan sesuai kebutuhan Anda.

2. Pemilihan Sistem Operasi

Install sistem operasi Raspberry Pi yang sesuai, seperti Raspbian (sekarang dikenal sebagai Raspberry Pi OS) atau distribusi Linux lainnya. Pastikan Anda memperbarui sistem operasi ke versi terbaru. Pastikan Raspberry Pi yang Anda pilih mendukung sistem operasi yang akan Anda gunakan. Raspberry Pi mendukung berbagai distribusi Linux, dan beberapa model juga mendukung Windows 10 IoT Core. Dan terakhir lakukan konfigurasi awal Raspberry Pi, termasuk mengatur koneksi jaringan, bahasa, zona waktu, dan mengubah kata sandi default

3. Instalasi Middleware

Langkah selanjutnya memilih middleware yang sesuai untuk proyek Anda. Misalnya, Anda bisa menggunakan middleware seperti MQTT (untuk komunikasi IoT), Apache Kafka (untuk streaming data), atau RabbitMQ (untuk sistem pesan). Install middleware ini di Raspberry Pi dengan menggunakan manajer paket yang sesuai. Setelah melakukan instalasi, konfigurasi middleware sesuai dengan kebutuhan Anda. Ini mungkin melibatkan pengaturan topik pada MQTT, membuat topik Kafka, atau mengonfigurasi antrean pada RabbitMQ.

4. Pengembangan Aplikasi Middleware

Buat aplikasi yang akan berkomunikasi dengan middleware ini. Anda dapat menggunakan bahasa

pemrograman seperti Python, Node.js, Java, atau bahasa lainnya yang mendukung perpustakaan atau pustaka untuk middleware yang Anda pilih. Tulis kode aplikasi untuk membaca data dari perangkat keras dan mengirimkannya atau menerima data dari middleware. Pastikan aplikasi dapat berinteraksi dengan middleware menggunakan protokol yang sesuai (misalnya, MQTT untuk IoT). Berikut ini adalah contoh sederhana penggunaan MQTT, sebuah protokol komunikasi yang umum digunakan dalam Internet of Things (IoT) sebagai middleware di Raspberry Pi menggunakan bahasa pemrograman Python:

```
import paho.mqtt.client as mqtt
# Fungsi yang akan dipanggil saat koneksi ke broker
MQTT berhasil
def on_connect(client, userdata, flags, rc):
    print("Terhubung dengan Kode: " + str(rc))
    client.subscribe("topik/contoh")
# Mengikuti topik yang diinginkan

# Fungsi yang akan dipanggil saat pesan diterima dari
broker MQTT
def on_message(client, userdata, msg):
    print("Pesan diterima pada topik " + msg.topic + ": "
+ str(msg.payload))

# Konfigurasi klien MQTT
```

```
client = mqtt.Client()
client.on_connect = on_connect
client.on_message = on_message

# Menghubungkan ke broker MQTT
client.connect("broker.mqtt.com", 1883, 60) #
Gantilah dengan alamat broker MQTT yang sesuai
# Loop utama untuk mengawasi koneksi dan
menerima pesan
client.loop_forever()
```

5. Integrasi Perangkat Keras

Hubungkan perangkat keras ke Raspberry Pi melalui antarmuka yang sesuai (misalnya, GPIO, USB, I2C, SPI). Pastikan perangkat keras telah diatur dengan benar.

6. Uji Coba

Lakukan uji coba untuk memastikan bahwa middleware dan aplikasi bekerja dengan baik. Pastikan data dapat dikirim dan diterima dengan benar antara perangkat keras dan komponen lainnya. Setelah middleware dan aplikasi berfungsi, pertimbangkan untuk mengatur pemantauan dan pemeliharaan yang diperlukan. Hal ini dapat mencakup pengawasan kinerja, pembaruan sistem operasi dan middleware, serta perbaikan bug jika diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, A., Al Rasyid, M.U.H. dan Winarno, I. (2022) “Implementasi dan Analisis Protokol Komunikasi IoT untuk Crowdsensing pada Bidang Kesehatan,” *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 7(1), hal. 122. Tersedia pada: <https://doi.org/10.35314/isi.v7i1.2365>.
- Arafat, M. K. (2016). SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik “Technologia,”* 7(4), 262–268.
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Jamil, F., & Whangbo, T. K. (2022). Internet-of-things-enabled serious games: A comprehensive survey. *Future Generation Computer Systems*, 136, 67–83.
- Alaba, F. A., Othman, M., Hashem, I. A. T., & Alotaibi, F. (2017). Internet of Things security: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 88, 10–28.
- Amane, A.P.O. *et al.* (2023) *PEMANFAATAN DAN PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) DI BERBAGAI BIDANG*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Armin, H.N., Gunadi, I. and Widodo, C.E. (2016) ‘Pengiriman data hasil pengukuran parameter lingkungan menggunakan jaringan seluler dengan Raspberry Pi sebagai node’, *Youngster Physics Journal*, 6(1), pp. 48–61.

- Beverungen D, Müller O, Matzner M, Mendling J, vom Brocke J. Conceptualizing smart service systems. *Electron Mark.* 2019;29(1):7–18.
- Colin Dow, *Internet of Things Programming Projects -Build modern IoT solutions with the Raspberry Pi 3 and Python.* 2018.
- Cristina S, Melo N De. The Future of Smartwatches – A case on the current status and expected category evolution on the Portuguese market. 2017.
- Chatterjee J, Debnath T. Environmental Monitoring Using Sense HAT based on IBM Watson IoT Platform. *Int Res J Eng Technol [Internet].* 2008;392(July):392–9. Available from: www.irjet.net
- Chan, H.C.Y. (2017) ‘Internet of things business models’, *Internet of Things and Data Analytics Handbook*, (August), pp. 735–757.
- Dijkman, R.M. *et al.* (2015) ‘Business models for the Internet of Things’, *International Journal of Information Management*, 35(6), pp. 672–678.
- Dubé, L., Du, P., McRae, C., Sharma, N., Jayaraman, S., & Nie, J.-Y. (2018). Convergent innovation in food through big data and artificial intelligence for societal-scale inclusive growth. *Technology Innovation Management Review*, 8(2).
- Espressif (2023) ‘ESP32 Series Datasheet 2.4 GHz Wi-Fi + Bluetooth® + Bluetooth LE SoC Including’, p. 70. Available at: www.espressif.com.

- El Khaddar, M. A., 2021. *Middleware Solutions for the Internet of Things: A Survey*. Morocco: IntechOpen.
- Ernita Dewi Meutia, "Internet of things–Keamanan dan Privasi," p. (Vol. 1, No. 1, pp. 85-89)., 2015. P. Diii and T. Komputer, "BigData."
- Fortino G, Guerrieri A, Russo W, Savaglio C. Integration of agent-based and Cloud Computing for the smart objects-oriented IoT. Proc 2014 IEEE 18th Int Conf Comput Support Coop Work Des CSCWD 2014. 2014;493–8.
- Fioccola GB, Sommese R, Tufano I, Canonico R, Ventre G. Polluino: An efficient cloud-based management of IoT devices for air quality monitoring. 2016 IEEE 2nd Int Forum Res Technol Soc Ind Leveraging a Better Tomorrow, RTSI 2016. 2016;
- Fredrik, J.D., Kusyanti, A. dan Siregar, R.A. (2020) "Implementasi Autentikasi pada Protokol CoAP menggunakan Feige-Fiat-Shamir Identification Scheme," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(11), hal. 3874–3879. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- Geng H. Internet of things and data analytics handbook. Internet Things Data Anal Handb. 2017;1–776.
- Gillis AS. IoT devices (internet of things devices) [Internet]. Agustus. 2023. Available from: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/IoT-device>
- Gowda, V.D. *et al.* (2020) 'Internet of things: Internet revolution, impact, technology road map and features', *Advances in Mathematics: Scientific Journal*, 9(7), pp. 4405–4414.

Available at: <https://doi.org/10.37418/amsj.9.7.11>.

- Gudang Linux Indonesia “IoT (Internet Of Things ”Gudang Linux Indonesia,[Online]<http://gudanglinux.com/glossary/internet-of-things/> [Diakses 28 September 2016].
- Gifson, A. dan Slamet, S. (2009) “Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infrared Berbasis Mikrokontroler At89S52,” *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 7(3), hal. 201. Tersedia pada: <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v7i3.595>.
- Hergika, G., Siswanto dan S, S. (2021) “Perancangan Internet of Things (IoT) Sebagai Kontrol Infrastruktur dan Peralatan Toll Pada PT. Astra Infratoll Road,” *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 8(2), hal. 86–98. Tersedia pada: <https://doi.org/10.30656/prosisko.v8i2.3862>.
- Iqbal, M. *et al.* (2021) *Pemrograman C ++ Robot Penanam Bawang Merah, Eprint Poltek Tegal*.
- Jaka Naufal Semendawai *et al.* (2021) “Perancangan Aplikasi Otomatisasi Menggunakan Bahasa Pemrograman Python Pada Aktivitas Monitoring Pemakaian Data Harian Kartu Internet Of Things,” *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, 3(1), hal. 193–198. Tersedia pada: <https://doi.org/10.36706/jres.v3i1.42>.
- Khan, M., Han, K. and Karthik, S. (2018) ‘Designing Smart Control Systems Based on Internet of Things and Big Data Analytics’, *Wireless Personal Communications*, 99(4), pp. 1683–1697. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11277->

018-5336-y.

Котлер, Ф. (2008). *Bermain dengan Internet of things dan big data*. 282.

Kristianti, N. (2019) 'Pengaruh Internet of Things (IOT) pada Education Business Model', *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 12(2), pp. 50–56.

Kortuem G, Kawsar F, Sundramoorthy V, Fitton D. Smart objects as building blocks for the internet of things. *IEEE Internet Comput.* 2010;14(1):44–51.

Kumar S, Swanson E, Tran T. RFID in the healthcare supply chain: Usage and application. *Int J Health Care Qual Assur.* 2009;22(1):67–81.

Kumar, S., Tiwari, P. and Zymbler, M. (2019) 'Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review', *Journal of Big Data*, 6(1). doi: 10.1186/s40537-019-0268-2.

Kusumaningrum, A., Pujiastuti, A. and Zeny, M. (2017) 'Pemanfaatan Internet of Things Pada Kendali Lampu', *Compiler*, 6(1), pp. 53–59. doi: 10.28989/compiler.v6i1.201.

Lin YW, Lin CY. An interactive real-time locating system based on bluetooth low-energy beacon network. *Sensors (Switzerland)*. 2018;18(5).

López TS, Ranasinghe DC, Patkai B, McFarlane D. Taxonomy, technology and applications of smart objects. *Inf Syst Front.* 2011;13(2):281–300.

Mohamed Wasim Akram. Smart Objects [Internet]. 2021. Available from:

- <https://medium.com/@MohamedWasim001/smart-objects-8f2a00a6493e> Mandal S. Internet of Things (IoT) [Internet]. September. 2020. Available from: <https://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/f88748/internet-of-things-iot-part-3/>
- M, M. E., Shahrestani S & Cheung HS, 2016. *Internet of Things applications: Current and future development*. In: Hassan QF, editor. *Innovative Research and Applications in Next-Generation High Performance Computing*. 1st ed ed. Pennsylvania: IGI Global.
- Malik SA, Valibabu K, Padma C. Design of Smart Home System Using Arduino. *Math Stat Eng Appl*. 2022;71(1):186–91.
- Maryanto, B. (2017) ‘Big Data dan Pemanfaatannya Dalam Berbagai Sektor’, *Media Informatika*, 16(2), pp. 14–19. Available at: https://jurnal.likmi.ac.id/Jurnal/7_2017/0717_02_BudiMaryanto.pdf.
- Mentaruk, A.E., Najoan, X. dan Lumenta, A. (2020) “Implementasi Sistem Keamanan Toko Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Teknik Informatika*, 15(4), hal. 325–332.
- M. Subani, I. Ramadhan, A. Syah Putra, and A. Al Muslim, “Perkembangan Internet of Think (IOT) dan Instalasi Komputer Terhadap Perkembangan Kota Pintar di Ibukota DKI Jakarta,” *IKRA-ITH Inform. J. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 88–93, 2021, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/918>.
- Nasution, N., Rizal, M., Setiawan, D., & Hasan, M. A. (2019). IoT

Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House. *It Journal Research and Development*, 4(2), 86–93. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4\(2\).3357](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357)

- Nandika, R. and Amrina, E. (2021) ‘Sistem Hidroponik Berbasis Internet Of Things (Iot)’, *Sigma Teknika*, 4(1). doi: 10.33373/sigmateknika.v4i1.3253.
- Oliveira, M.A.-Y. and Ferreira, J.J.P. (2011) ‘Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers - book review’, *African Journal of Business Management*, 5(7).
- O. B. Pratama, A. Bhawiyuga, and K. Amron, “Pengembangan Perangkat Lunak IoT Cloud Platform Berbasis Protokol Komunikasi HTTP,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. e-ISSN*, vol. 2548, no. 9, p. 964X, 2017.
- Pujiana, D.I., Handayani, A.S. and Aryanti (2017) ‘Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan’, *Prosiding Annual Research Seminar 2017 Computer Science and ICT*, 3(1), pp. 199–202.
- P. Penelitian Ilmu Dasar dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan, I. Ardiansah, and S. Harnesa Putri, “Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016 Perbandingan Analisis SWOT Antara Platform Arduino UNO dan Raspberry Pi,” pp. 27–28, 2016.
- Pramanik PKD, Pal S, Choudhury P. Beyond automation: The cognitive IoT. artificial intelligence brings sense to the internet of things. Vol. 14, *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2018. 1–37 p.
- Patil M. Low Cost Multipurpose Android Controlled Automation

- System using ESP8266. *Int J Res Appl Sci Eng Technol.* 2019;7(5):3725–33.
- Qian, Y. *et al.* (2020) ‘A workflow-aided Internet of things paradigm with intelligent edge computing’, *IEEE Network*, 34(6), pp. 92–99.
- R. T. Budiyaniti, *Buku Ajar Internet of Things*. 2021. Rozi, A.F. (2022) *Sistem Monitoring Plant Factory Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Java Desktop*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Ramon MC. Intel Galileo and Intel Galileo Gen 2. Intel® Galileo Intel® Galileo Gen 2. 2014;1–33.
- Rometdo Muzawi WJK. Internet of Things Dengan Mikrokontroler Mungil Raspberry Pi 3 Model B [Internet]. 2018. 76 p. Available from: <https://isbn.perpusnas.go.id/Account/SearchBuku?searchCat=Pengarang&searchTxt=rometdo+muzawi>
- Staff CC. Nordic’s BLE SoC Selected for IIoT Energy Monitor Device [Internet]. Oktober. 2018. Available from: <https://circuitcellar.com/tech-news/product-news/nordics-ble-soc-selected-for-iiot-energy-monitor-device/>
- Shahid MR, Blanc G, Zhang Z, Debar H. IoT Devices Recognition Through Network Traffic Analysis. *Proc - 2018 IEEE Int Conf Big Data, Big Data 2018*. 2019;5187–92.
- Septian W, R., 2018. *Perancangan Dan Implementasi Middleware Untuk Sistem Pemantauan Kendaraan berbasis Mini PC Raspberry Pi*. Bandung: Journal UNIKOM.
- Sanjaya CS. Perancangan Komponen Penunjang Sistem

- Pengendalian Dan Pemonitoran Temperatur Dan Kelembaban Udara Pada Gudang ... [Internet]. Etd.Repository.Ugm.Ac.Id. 2016. Available from: http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian_downloadfiles/872066
- Singh VK, Sahu A, Beg A, Khan B, Kumar S. Speed Direction Control of DC Motor through Bluetooth HC-05 Using Arduino. 2018 Int Conf Adv Comput Telecommun ICACAT 2018. 2018;1-3.
- Susanto, B.M., Atmadji, E.S.J. dan Brenkman, W.L. (2018) "Implementasi MQTT Protocol Pada Smart Home Security Berbasis Web," *Jurnal Informatika Polinema*, 4(3), hal. 201. Tersedia pada: <https://doi.org/10.33795/jip.v4i3.207>.
- Sitrusta Sukaridhoto. 2016. *Bermain dengan Internet Of Things & Big Data*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Salam, A. (2020). Internet of things for sustainable community development: introduction and overview. In *Internet of Things for sustainable community development* (pp. 1-31). Springer.
- Teja R. What is a Sensor? [Internet]. April. 2021. Available from: <https://www.electronicshub.org/different-types-sensors/>
- Teece, D.J. (2010) 'Business models, business strategy and innovation', *Long Range Planning*, 43(2-3), pp. 172-194.
- Tirupal T, Karthik V, Jayanth B, Jawaharlal H, Musaddif SA. Enhanced Approach of Non-Smart to Smart Devices using IOT Techniques. J Switch Hub [Internet]. 2020;5(January):1-9. Available from:

/articles/journal_contribution/Enhanced_Approach_of_Non-Smart_to_Smart_Devices_using_IOT_Techniques/12309971/1

- Wibowo, A. (2023) *Internet of Things (IoT) Internet of Things (IoT) Internet of Things (IoT) dalam dalam dalam*.
- Wedha, B. Y. et al. (2022) 'Adopsi IoT Pada Core Process Trucking di Indonesia Dengan Menggunakan TOGAF Framework', *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(1), pp. 230–243. doi: 10.35957/jatisi.v9i1.1980.
- Yunandar, R.T. dan Fahmi, M. (2022) "Implementasi Messaging System Berbasis Protokol AMQP untuk Sistem Control Network Berbasis Androdi," *Jurnal AKRAB JUARA*, 7(2), hal. 300–310.
- Ziegeldorf, J. H., Morchon, O. G., & Wehrle, K. (2014). Privacy in the Internet of Things: threats and challenges. *Security and Communication Networks*, 7(12), 2728–2742.
- Zolnowski, A., Weiß, C. and Böhmman, T. (2014) 'Representing service business models with the service business model canvas - The case of a mobile payment service in the retail industry', *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 718–727.
- Zourmand, A. et al. (2019) 'Internet of Things (IoT) using LoRa technology', *2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems, I2CACIS 2019 - Proceedings*, (June), pp. 324–330. Available at: <https://doi.org/10.1109/I2CACIS.2019.8825008>.

<https://nusaputra.ac.id/id/mengenal-iot-dan-dampaknya-terhadap-kehidupan-manusia/>

<https://www.cnbcindonesia.com/tech/20221012164342-37-379223/iot-bawa-manfaat-besar-di-kehidupan-manusia-apa-saja>

<https://digiten.id/dampak-positif-dan-negatif-iot>
<https://fikti.umsu.ac.id/internet-of-thing-iot-pengertian-sejarah-manfaat-dan-contoh/t/>

https://www.kominfo.go.id/content/detail/16505/apa-itu-industri-40-dan-bagaimana-indonesia-menyongsongnya/0/sorotan_media

<https://lmsspada.kemdikbud.go.id/course/view.php?id=3724>

<https://graduate.binus.ac.id/2020/11/25/cara-kerja-dan-komponen-internet-of-things-yang-jarang-orang-tahu/>

TENTANG PENULIS



Mar'ah Nailul Faroh, S.Pd.I, M.Pd, Lahir 3 November 1993 di Probolinggo- Jawa Timur. Riwayat Pendidikan: SD Negeri Tongas Kulon (2005), Madrasah Ibtidaiyah Darus Salam Tongas Kulon (2005), SMP Negeri 1 Tongas (2008), SMA Negeri 1 Tongas (2011), Menempuh studi Sarjana Pendidikan Agama Islam di Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Jember, lulus tahun 2015 (cum laude). Melanjutkan studi Magister Pendidikan Agama Islam di Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Jember lulus tahun 2018 (cum laude). Pengabdian: menjadi Guru Pendidikan Agama Islam di SDN Bayeman II Kec. Tongas Kab. Probolinggo (2019-sekarang).

Buku yang pernah ditulis: Penelitian Tindakan Kelas Untuk Guru Profesional (2021), Filsafat Ilmu Sebagai Panduan Berfikir Kritis (2023), Metode Penelitian Pendidikan (2023).



Safar Dwi kurniawan, S.Kom., M.Kom. Seorang Penulis dan Dosen Prodi Teknik Komputer Politeknik harapan Bersama. Lahir di Bantul, 24 Agustus 1991 DI-Yogyakarta. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan bapak Rahardi dan Siti Juwariyah. ia menamatkan pendidikan program Sarjana (S1) di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Yogyakarta prodi Teknik informatika dan menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Yogyakarta

prodi Teknik Informatika konsentrasi di bidang Chief Information Officer.



Dr. Dwi Prasetyo, Dipl.Inf, S.Kom, M.Si. Lahir di Bogor, Jawa Barat pada bulan Desember 1966. Penulis merupakan Dosen PNS di Universitas Nusa Cendana.

Pendidikan: Doktor Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Jakarta, 2013. Master Ilmu Komputer di Jurusan Ilmu Komputer, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB), 2005. Sarjana Ilmu Komputer di Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA IPB, 1997. Diploma Informatika Komputer di FAPOLTAN IPB, 1988.

Tahun 1990-2004 menjadi Staf pada Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA IPB.

Tahun 2005 sampai sekarang menjadi Staf Pengajar pada Jurusan Ilmu Komputer, FST Universitas Nusa Cendana (UNDANA) Kupang.

Sejak 2005-2009 menjabat Kepala Laboratorium Komputer Jurusan Matematika, FST UNDANA

Sejak tahun 1990 menjadi staf Pengajar mata kuliah Algoritma, Pemrograman Komputer, Sistem Informasi Manajemen, Sistem Informasi Geografis, Analisis Perancangan Sistem, *Human Computer Interaction*, Kecerdasan Buatan, Grafika Komputer & PJJ: E-Learning - Mobile Learning.

Membuat buku tentang Sistem Informasi Manajmen, *Human Computer Interaction*, *Mobile Computing* & Sistem Informasi Geografis .



Ida Afriliana, ST, M.Kom. Saya lahir 24 April 1977 di Tegal. Saya anak bungsu dari 7 bersaudara dan ibu dengan 4 anak . Saya Mengajar di Prodi D3 Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama Tegal. Hobi saya menyanyi dan menulis. Dari kecil saya sudah terbiasa menulis diary,. Tahun 2012 saya pernah menulis buku tentang orang tua saya, tetapi buku ini belum pernah diterbitkan oleh penerbit manapun. Hanya saya cetakversi hard cover saja. Saya selalu menulis bahan ajar dari setiap mata kuliah yang saya ampu, tetapi bahan ajar yang telah ber-ISBN ada 2 yakni Basis Data (th.2017) dan Bahan Ajar Metodologi Riset (2019). Buku lain yang sudah pernah diterbitkan adalah book chapter dengan judul Jejak Digital Motivator Andal, Book chapter Mendadak PJJ di masa pandemi, Untaian Kasih untuk Bunda, book chapter Tetap Kreatif di Tengah Pandemi Covid 19, Kreatif Menulis menuju Eksistensi di Dunia Literasi, Perjalanan menuju Dunia Pendidikan, Big data Pemanfaatan Anfis untuk Klasifikasi Engagement tenaga Pendidik, dan Implementasi Mikrokontroler dan Sensor MQ2 Pada Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga.



Qirom, S.Pd., M.T. lahir di Semarang, tahun 1985. Saat ini penulis tinggal di Desa Pagerbarang Kec. Pagerbarang Kab. Tegal. Pendidikan tinggi ditempuh mulai dari S-1 di Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang (lulus 2009), pascasarjana Teknik Elektro di Universitas Islam

Sultan Agung (UNISSULA) (lulus 2018). Profesi sekarang adalah Dosen D3 Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal.

Terarik di bidang elektronika terapan dan embedded sistem khususnya aplikasi elektronika analog, digital, sensor dan transducer serta IoT. Aktif melakukan pelatihan aplikasi penggunaan sensor dan actuator di sekolah dan masyarakat yang membutuhkan. Jalin kerja sama dengan penulis via surel qirom.bahagia2@gmail.com



Ajang Sopandi, S.Kom., M.Kom, lahir di Subang, Jawa Barat. Penulis memperoleh gelar Sarjana dari Univeristas Islam Negeri Syarif Hidayatullah dan gelar Magister dari Universitas Budi Luhur Jakarta, saat ini Penulis sedang melanjutkan kuliah jenjang Doktor disalah satu kampus di Malaysia. Selain berkarier sebagai Tenaga Pengajar di salah satu Univeritas di Jakarta dan Tangerang, Penulis juga berkarier sebagai IT Project Manager pada salah satu perusahaan swasta yang ada di Jakarta dan menjadi Tenaga Ahli di DPR-RI.



Novi Hendri Adi, S.Pd., M.Pd.T., merupakan pendidik/dosen pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Ibnu Sina 2018. Lahir di Mayang Taurai tanggal 01 Novemver 1990. Memulai pendidikan S1 di Universitas Negeri Padang pada bidang Pendidikan Teknik Elektronika pada tahun 2009 kemudian melanjutkan S2 di universitas Negeri Padang, bidang Pendidikan Teknologi dan Kejuruan dengan konsentrasi

Pendidikan Teknik Informatika tahun 2014. Melanjutkan Studi S3 di Universitas Negeri Padang bidang Pendidikan Teknologi dan Kejuruan tahun 2021. Penulis fokus pada bidang kajian *Technical and Vocational Education and Training* (TVET), Pengembangan Multimedia dan Teknologi Informasi dan Jaringan.



Nurohim, S.ST., M.Kom. Lahir di Brebes 25 Juni 1977 anak ke 9 dari 12 bersaudara dari pasangan Bapak H. Umar dan Ibu Salcha.

Ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orang tuaku yang telah mewariskan ilmu kepada saya hingga menyelesaikan Study D4/S1 Teknik Elektro dan Informatika konsentrasi Teknik Komputer Jaringan Institut Teknologi Bantdung (ITB), dan Alhamdulillah dapat Menyelesaikan Program Pasca Sarjana nya di Prodi Teknik Informatika UDINUS Semarang Konsentrasi dibidang Teknik Informatika.

Profesi saat ini Dosen Tetap di Prodi D3 Teknik Komputer Politeknik Harapan Bersma Tegal. Kegiatan yang rutin dilakukan selain mengajar aktifitas yang juga ditekuni sebagai Develop Program Aplikasi Berbasis Android yang saat ini merupakan *basic* dari operating *system* Perangkat mobile Dunia yang kita pakai sampai saat ini.

“Mulailah dari mana kau berada. Gunakan apa yang kau punya. Lakukan apa yang kau bisa.” - Arthur Ashe



Ahmadi Irmansyah Lubis, S. Kom., M. Kom., lahir di Padangsidimpuan, Sumatera Utara 10 November 1994. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, Kota Medan lulus tahun 2018. Pendidikan S2 di Program Studi Teknik Informatika, di Universitas Sumatera Utara lulus tahun 2020. Saat ini berprofesi sebagai Dosen pada Jurusan Teknik Informatika di Politeknik Negeri Batam. Bidang yang diminati penulis antara lain *Artificial Intelligence, Decision Support System, Machine Learning, Expert System, Software Development, Information System*, dan *Cloud Computing*. Beberapa matakuliah yang sudah pernah diampu diantaranya Pemrograman Terstruktur, Basis Data, Pemrograman Mobile, Statistika, Metode Numerik, Teknik Riset dan Operasi dan sebagainya.



Rometdo Muzawi, M.Kom.,CEH.,CCNA. Lulus S1 di Program Studi Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer (Filkom) Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang tahun 2013, lulus S2 di Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang tahun 2015. Saat ini dosen tetap Program Studi Teknik Informatika STMIK Amik Riau dan menjabat sebagai Kepala Bagian Publikasi dan Paten. Mengampu Matakuliah Komputer Forensik, Jaringan Komputer, Keamanan Sistem Informasi, Komunikasi Data, Grid dan Cloud Computing, Mikrokontroler dan Mikroprosesor. Aktif Sebagai Penulis Buku, Reviewer dan Editor Jurnal. Saat ini sedang melanjutkan Pendidikan S-3 di Universiti Utara Malaysia.



Rais, S.Pd., M.Kom. Didesa Kadumanis Desa terpencil Desa paling ujung di Kecamatan Salem Kabupaten Brebes saya dilahirkan pada 14 Oktober 1985, saya anak tunggal dari pasangan orang tua saya, dari kecil saya sudah terbiasa mandiri, sejak Sekolah Menengah Pertama sampai dengan kuliah magister bahkan sampai menikah saya hidup jauh dari orang tua, rasa syukur selalu saya panjatkan kepada Allah SWT karena sudah diberikan kedua orang tua yang sayang dan bertanggung jawab terhadap saya sebagai anaknya. Saya bekerja sebagai dosen di Politeknik Harapan Bersama sejak 2010, sudah memiliki 30 lebih jurnal penelitian yang sudah publikasi, saya memiliki kemampuan dibidang Pemrograman dan Desain, Desain dengan corel draw dan photoshop merupakan salah satu hoby saya selain itu disela sela kesibukan saya memiliki hoby lain yaitu badminton dan sepak bola. Mulai tahun ini sya mencoba untuk membuka hoby baru untuk belajar untuk menulis, memberikan sumbang sih dalam dunia teknologi dengan menulis buku atau bookchapter.



Anton Prafanto, S.Kom., M.T., adalah seorang dosen di Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman. Beliau memiliki pengalaman mengajar dalam bidang embedded system dan internet of things (IoT). Dengan latar belakang pendidikan dan pengetahuannya, Anton berkontribusi dalam mengembangkan pemahaman mahasiswa terhadap kedua bidang tersebut. Buku ini mencerminkan dedikasi dan komitmen Anton untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman dalam dunia teknologi dengan pembaca."



Muhammad Panji Muslim, S.Pd., M.Kom. Lahir di Jakarta tanggal 31 Agustus 1993. Telah menyelesaikan studi S1 Pendidikan Ilmu Komputer tahun 2015 dan *Master of Computer*, Universitas Telkom tahun 2020. Saat ini adalah dosen tetap Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Mengampu matakuliah Algoritma Pemrograman, Struktur Data, Pemrograman Web, *Machine Learning* dan *Deep Learning*. Konsentrasi yang diminati adalah Teks Mining dan *Natural Language Processing*.



Mas'ud Hermansyah, S.S.T., M.Kom. Menempuh pendidikan D3 Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Jember, D4 Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang, dan S2 Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur Jakarta. Saat ini berada di instansi Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi.

Email: masudhermansyah@itsm.ac.id



INTERNET of THINGS

Sinopsis ini merangkum berbagai aspek dari buku "Internet of Things" dengan penekanan pada pemahaman dasar, penerapan praktis, dan dampak luas dari IoT. Hal ini akan menggugah minat pembaca untuk mengeksplorasi buku ini lebih jauh dan mempelajari lebih lanjut tentang subjek menarik ini.

Buku ini dimulai dengan membawa Anda jauh ke dalam inti IoT, menjelaskan dengan jelas dan sederhana bagaimana perangkat dan sensor yang terhubung bekerja sama untuk mengubah dunia. Setelah menjelaskan dasar-dasarnya, kita akan menelusuri sejarah perkembangan IoT, dan menyadari bagaimana IoT telah menjadi kekuatan inovatif yang kuat untuk perubahan. Namun, buku ini bukan hanya membahas konsep dan teori; Ini juga merupakan masalah penerapan praktis. Dari layanan kesehatan hingga kota pintar, Anda akan memahami bagaimana IoT telah mengubah berbagai sektor dengan cara yang belum pernah terjadi sebelumnya. Kami juga menyoroti dampak positif dan negatif IoT, mulai dari peningkatan efisiensi operasional hingga tantangan keamanan yang perlu diatasi.

Jika Anda ingin memasuki dunia pengembangan IoT, buku ini adalah panduan yang sangat berguna. Anda akan memahami keterampilan yang dibutuhkan dan bagaimana perusahaan mengintegrasikan IoT ke dalam model bisnis mereka untuk menghasilkan lebih banyak pendapatan. Kami tidak hanya memberikan penjelasan tetapi juga saran praktis. Anda akan memahami cara memasang perangkat IoT dan bahkan membuatnya sendiri. Langkah demi langkah, kami akan memandu Anda dalam membangun node sensor dan middleware menggunakan Raspberry Pi. Dengan fokus pada pemahaman mendasar, penerapan praktis, dan tip pengembangan, buku ini adalah sumber komprehensif untuk memahami dan memanfaatkan potensi IoT. Baik

Anda seorang pemimpin bisnis yang mencari inovasi, pengembang yang ingin menciptakan teknologi mutakhir, atau bahkan seseorang yang penasaran tentang bagaimana IoT mengubah dunia, buku ini akan membantu Anda memahami, menerapkan, dan merasakan dampaknya.

ISBN 978-623-09-6318-6



PT Penerbit Penamuda Media
Godean, Yogyakarta
085700592256
@penamuda_media
penamuda.com