

TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) DAN HIDROPONIK

by Cek Aini

Submission date: 09-Nov-2022 11:58AM (UTC+0800)

Submission ID: 1948866541

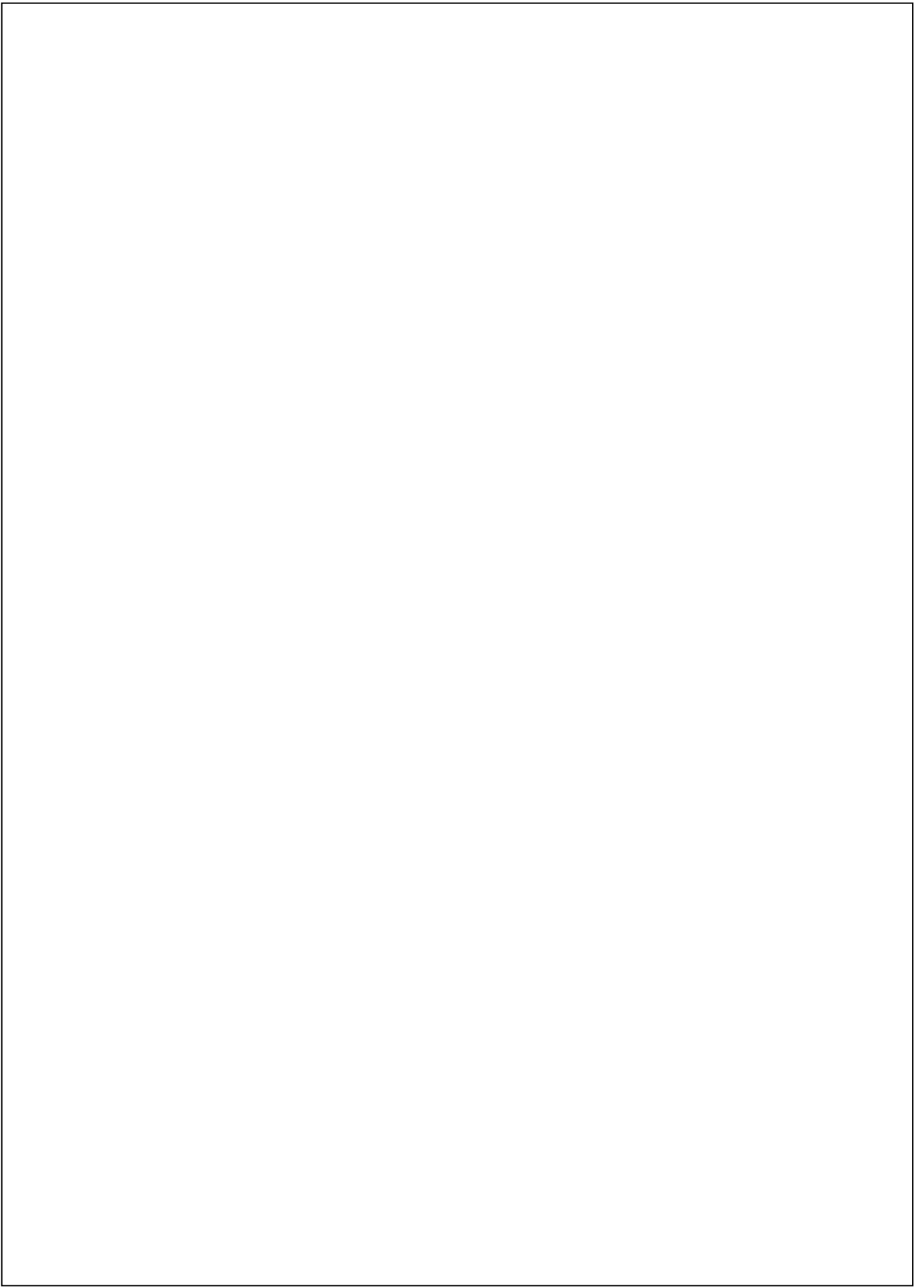
File name: TEKNOLOGI_INTERNET_OF_THINGS_IoT_DAN_HIDROPONIK_1.pdf (3.77M)

Word count: 17688

Character count: 111625

TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) DAN HIDROPONIK

Indra Laksana, Trinovita Zuhara Jingga,
Widya Febrina, Agus Nur Khomarudin,
Ega Evinda Putri, Rabby Nazli, Rina Novita,
Amrizal



TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) DAN HIDROPONIK

Indra Laksana, Trinovita Zuhara Jingga,
Widya Febrina, Agus Nur Khomarudin,
Ega Evinda Putri, Rabby Nazli, Rina Novita,
Amrizal



Goresan Pena
Kuningan, 2022

TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) DAN HIDROPONIK

Kuningan © 2022, Indra Laksmiana, Trinovita Zuhara Jingga, Widya Febrina, Agus Nur Khomarudin, Ega Evinda Putri, Rabby Nazli, Rina Novita, Amrizal

1

Editor : Tim Pena

Setting : Goresan Pena Publishing

Penata Isi : C. I. Wungkul

Desain Sampul : C. I. Wungkul

Foto Sampul : freepik.com

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ke dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

Diterbitkan pertama kali oleh :

Goresan Pena

Anggota IKAPI, Jawa Barat, 2016

Jl. Jami no. 230 Sindangjawa - Kadugede - Kuningan

Jawa Barat 45561

Telp./SMS/Whatsapp : 085-221-422-416

IG : @penerbit_gp

Email : goresanpena2012@gmail.com

Website : www.goresanpena.co.id

Referensi | Non Fiksi | R/D

viii + 95 hlm. ; 17 x 24 cm

ISBN : -

22

Cet. I, November 2022

Apabila di dalam buku ini terdapat kesalahan cetak/produksi atau kesalahan informasi, mohon hubungi penerbit.

PRAKATA

⁷ Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya tim penulis dapat menyelesaikan buku ini. Tak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa tersampaikan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam.

Kami ucapkan terimakasih kepada Segenap Rekan di Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Komputer Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Jajaran pimpinan, Ditjen Diksi melalui program Matching Fund, PT. Carano Integrasi Teknologi sebagai mitra kegiatan, serta narasumber kami bapak Dr. Eng. Budi Rahmadya, S.Kom, ²⁸M,Eng, Ibu Faurida dari dinas Pertanian Kabupaten lima puluh Kota dan semua pihak yang mendukung, terlibat dalam penulisan dan penerbitan buku ini.

⁷ Tim penulis menyadari bahwa buku ini masih belum sempurna, oleh sebab itu tim ²⁶penulis mohon agar pembaca memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan buku ini.

Demikian buku ini dibuat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan tentang Perkembangan Teknologi *Internet of Things*, Teknik Budidaya Tanaman Hidroponik dan *Security IoT*.

Payakumbuh, November 2022

³⁴
Tim Penulis

DAFTAR ISI

Prakata.....	v
Daftar Isi	vi

BAB I PENDAHULUAN

A. Perkembangan Teknologi <i>Internet of Things</i>	1
B. Budidaya Tanaman Teknik Hidroponik	2
C. Security IoT.....	2

BAB II PERKEMBANGAN TEKNOLOGI ¹⁵ *INTERNET OF THINGS (IoT)*

A. Defenisi <i>Internet of Things (IoT)</i>	4
B. Sejarah IoT (<i>Internet of Things</i>).....	6
C. Perkembangan <i>Internet of Things (IoT)</i>	7
D. Pengaruh ¹⁰ <i>Internet of Things (IoT)</i> dalam Revolusi Industri	12
E. <i>Internet of Things (IoT)</i>	14
F. Penerapan IoT (<i>Internet of Things</i>)	18
G. Proyek IoT.....	23
H. Penelitian tentang Penerapan IoT (<i>Internet of Things</i>)	27
Referensi	34

BAB III BUDIDAYA TANAMAN TEKNIK HIDROPONIK

A. Mengenal Budidaya Metode Hidroponik	33
B. Tahapan Berhidroponik	37
C. Teknik-Teknik dalam Budidaya Hidroponik	42
D. Pupuk/ Nutrisi untuk Tanaman Hidroponik	52
E. Media Tanam Budidaya Hidroponik	53
Daftar Refensi	66

BAB IV SECURITY INTERNET OF THINGS

A. Defenisi dan Sejarah Internet	68
B. Apakah Internet Aman?	70
C. Revolusi Industri 4.0	72
D. <i>Internet of Things</i> (IoT).....	74
Daftar Refensi	94

BAB I

PENDAHULUAN

51

Buku ini membahas tentang perkembangan teknologi *Internet of Things* atau *IoT* yang dapat diterapkan dalam bidang pertanian khususnya budidaya tanaman hidroponik serta tantangan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya terutama dari sisi keamanan (*security*). Dalam buku ini diuraikan materi tentang: Perkembangan Teknologi *Internet of Things*, Budidaya Tanaman Teknik Hidroponik dan Keamanan Jaringan *IoT*.

43

A. Perkembangan Teknologi *Internet of Things*

Istilah “IoT” atau disebut juga *Internet of Things* adalah suatu digitalisasi yang berfungsi menghubungkan antar perangkat yang terus berkembang dan mengubah aspek kehidupan masyarakat dibidang ekonomi. *Internet of Things* saling berkomunikasi dalam melakukan pekerjaan berupa gambar, audio, video sehingga menghasilkan sebuah informasi dan saling berkoordinasi dalam membuat keputusan. IoT (*Internet of Things*) adalah sistem perangkat komputer yang saling berhubungan antara mesin digitalisasi, objek, hewan atau manusia yang saling melengkapi dengan cara mengidentifikasi kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia maupun manusia kekomputer.

17

“A Things” pada IoT (*Internet of Things*) didefinisikan sebagai subjek sebagai contoh antara orang dengan monitor impant jantung, mobil yang dilengkapi dengan built-in sensor dan hewan peternakan dengan transponder biochip. Selain itu IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi M2M (*machine-to-machine*) pada bidang gas, perminyakan, manufaktur dan listrik. Produk yang dikembangkan melalui kemampuan konektivitas M2M disebutjuga sebagai sistem cerdas. Berikut adalah contoh ilustrasi semua aktifitas manusia yang terhubung ke internet.

Terkait dengan tekonlogi *IoT*, dalam buku ini diuraikan tentang: sejarah *IoT*, perkembangan teknologi *IoT*, revolusi industri, pengaruh *IoT* dalam revolusi industri, cara kerja *IoT*, tantangan pada *IoT*, kelebihan dan

kekurangan *IoT*, penerapan *IoT* dan beberapa proyek *IoT* yang dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang.

B. Budidaya Tanaman Teknik Hidroponik

Semakin tingginya alih fungsi lahan di Indonesia, mengakibatkan semakin berkurangnya jumlah lahan pertanian yang berubah menjadi perumahan, pemukiman, dan sektor industri. Keadaan ini mendorong suatu inovasi dalam bidang pertanian dari yang sebelumnya konvensional menjadi pertanian yang semakin modern, satu diantaranya adalah dengan menggunakan sistem hidroponik. Sebagaimana yang diketahui bahwa hidroponik adalah suatu budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa memakai tanah dan menekankan penumbuhan kebutuhan nutrisi untuk tanaman.

Budidaya tanaman teknik hidroponik yang diuraikan dalam buku ini meliputi: mengenal budidaya tanaman teknik hidroponik yang menjelaskan konsep budidaya tanaman menggunakan teknik hidroponik, faktor yang menjadi alasan untuk berhidroponik, kelebihan dan kekurangan teknik hidroponik. Selanjutnya menjelaskan tahapan berhidroponik yang dimulai dari penyemaian, pindah tanam, perawatan, pemanenan dan proses pengemasan. Pada buku ini juga menguraikan macam-macam sistem hidroponik terdiri dari: sistem air statis/tidak mengalir dan sistem air mengalir. Pembahasan berikutnya yaitu menjelaskan tentang pupuk/nutrisi untuk tanaman hidroponik dan media tanam hidroponik meliputi: *rockwool*, *cocopeat*, *hydroton*, sekam bakar, *perlite*, *spons*, *vermikulit*, kapas, batang dan akar pakis, *moss*, *pumice*, dan *hydrogel*.

C. Security IoT

Security atau keamanan merupakan keadaan bebas dari bahaya. Sedangkan keamanan *IoT* adalah praktik dalam mengupayakan dan menjaga sistem *IoT* yang sudah dibangun agar tetap aman. *Security IoT* dimaksud untuk melindungi dari ancaman dan pelanggaran, mengidentifikasi dan menyatukan risiko, serta dapat membantu memperbaiki kerentanan. Dengan penerapan Keamanan *IoT* dapat memastikan ketersediaan, integritas dan kerahasiaan pada penerapan *IoT* tersebut.

Satu diantara beberapa tantangan terbesar untuk menghadapi berkembangnya *IoT* adalah bagaimana mengembangkan berbagai opsi sekuritas digital untuk memproteksi beberapa servis dan aset yang terhubung dengan *IoT*, terutama dengan prediksi bahwa servis *IoT* yang berhubungan dengan autentikasi dan sekuritas digital lainnya akan menjadi bisnis yang menghasilkan keuntungan. Dalam buku ini akan membahas mengenai tantangan dan keamanan yang harus diwaspadai pada sistem cerdas berbasis *IoT*. Diawali dengan pengenalan internet dan keamanan dalam penggunaan internet. Pembahasan selanjutnya mengenai revolusi industri 4.0 yang merupakan suatu era perubahan dari berbagai sektor kehidupan yang ditandai dengan adanya perkembangan secara pesat dalam bidang teknologi yaitu efisiensi mesin dan manusia sudah mulai terkoneksi dengan *IoT*. Ragam diantaranya *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet of Things (IoT)*, *Unmanned Vehicles (UAV)*, *Mobile Technology (5G)*, *Shared Platform*, *Block Chain*, *Robotics* dan *Bio-Technology*.

Pembahasan berikutnya dalam buku ini yaitu tentang area serangan paling umum pada sistem *IoT* diantaranya: *Device memory containing credentials*, *Access Control*, *Firmware Extraction*, *Privileges Escalation*, *Removal of storage media*, *Web Attacks*, *Firmware Attacks*, *Network Services Attacks*, *Unencrypted Local Data Storage*, *Confidentiality and Integrity issues*, *Cloud Computing Attacks*, *Malicious updates*, *Insecure APIs*, dan *Mobile Application threats*. Selain area serangan paling umum pada sistem *IoT*, juga dijelaskan jenis serangan pada sistem *IoT* yang meliputi: *DDoS Attack*, *Rolling Code Attack*, *BlueBorne Attack*, *Jamming Attack* dan *Backdoor* serta cara penanggulangan serangan di perangkat *IoT* yaitu: Pembaruan firmware, Blokir *port* yang tidak perlu, Nonaktifkan *Telnet*, Gunakan komunikasi terenkripsi seperti *SSL/TLS*, Gunakan kata sandi yang kuat, Gunakan enkripsi *drive*, Gunakan Penguncian akun pengguna, Penilaian perangkat secara berkala, Pemilihan kata sandi yang aman, Otentikasi Dua Faktor, dan Nonaktifkan *UpnP*.

BAB II

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI

INTERNET OF THINGS (IoT)

A. Defenisi *Internet of Things* (IoT)

Istilah *Internet of Things* (IoT) adalah suatu digitalisasi yang berfungsi menghubungkan antar perangkat yang terus berkembang dan mengubah aspek kehidupan masyarakat dibidang ekonomi. *Internet of Things* saling berkomunikasi dalam melakukan pekerjaan berupa gambar, audio, video sehingga menghasilkan sebuah informasi dan saling berkoordinasi dalam membuat keputusan. IoT merupakan sistem komputer yang saling terhubung antara objek, manusia atau hewan dan mesin digitalisasi saling melengkapi dengan cara mengidentifikasi kemampuan dalam mentransfer data menggunakan jaringan tanpa membutuhkan interaksi *human-to-human* maupun *human-to-device*.

Internet of Things (IoT) dapat diartikan sebagai perangkat yang memiliki kemampuan yang saling terkoneksi dan berbagi data menggunakan jaringan internet. Selain itu IoT adalah teknologi yang mampu mengendalikan interaksi pada berbagai *hardware*, serta data menggunakan jaringan internet. Maka *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu tindakan yang menghubungkan sesuatu atau “*things*” yang bisa dilakukan manusia ke internet. Selain itu IoT juga berkaitan dengan pengendalian perangkat secara jarak jauh, namun bisa j²⁷ dalam berbagi data, memvirtualisasikan semua bahan mentah kedalam internet dan lain sebagainya. Internet merupakan penghubung antara berbagai mesin sec²⁷ otomatis dan terdapat user sebagai pengawas dan pengatur pekerjaan alat tersebut secara langsung. IoT memudahkan pekerjaan manusia menjadi lebih cepat, efektif dan efisien.

“*A Things*” pada *Internet of Things* (IoT) didefenisikan sebagai subjek sebagai contoh antara manusia dengan monitor implant jantung, mobil yang dilengkapi built-in sensor dan hewan peternakan dengan transponder biochip. Selain itu IoT juga berhubungan dengan komunikasi M2M (*machine-to-machine*) pada bidang gas, perminyakan, listrik dan manufaktur. Produk yang

dikembangkan melalui kemampuan konektivitas M2M disebut juga sebagai sistem cerdas. Berikut adalah contoh ilustrasi semua aktifitas manusia yang terhubung ke internet.



Gambar Ilustrasi IoT

Sumber: Behmann, F & Wu, K. (2015)

Sangat tidak memungkinkan jika kita menghitung jumlah pasti berapa perangkat yang terhubung ke internet. Semua perangkat saling terhubung ke jaringan internet baik itu dalam kehidupan rumah tangga, infrastruktur, keamanan, kesehatan, transportasi, retail, industry, Pendidikan, manufaktur dan masih banyak lainnya, serta tidak mungkin dapat dipisahkan satu sama lain. IoT sangat berdampak dalam proses kehidupan sehari-hari terutama dalam bidang ekonomi, dengan adanya IoT manusia lebih gampang dalam memperoleh penghasilan tambahan, membantu dalam bidang Kesehatan, dan penghematan waktu, serta penghematan biaya dalam segala aktifitas. Sehingga IoT memberikan dampak yang sangat baik dalam proses kehidupan dan dalam berbagai bidang.

B. Sejarah IoT (*Internet of Things*)

Pada tahun 1832 pertama kali sejarah IoT (*Internet of Things*) dengan konsep electromagnetic telegraph yang dapat melakukan komunikasi 2 melalui sinyal electrical. Namun, bisa disebut juga bahwa IoT dimulai saat Internet pertama kali diperkenalkan tahun 1989. Pada tahun 1990 telah banyak kegiatan membutuhkan internet, salah satunya John Romkey memperkenalkan sebuah perangkat pemanggang roti yang dapat dioperasikan melalui internet. Selain itu koneksi Toaster ke Internet juga dilakukan pertama kali oleh John Romkey menggunakan TCP/IP Protocol. Setelah itu scientist dari University of Cambridge menemukan ide pertama kali didunia untuk menerapkan prototype web camera dalam pengambilan gambar jumlah kopi sebanyak tiga kali dalam waktu satu menit, selanjutnya mengirimkan gambar tersebut kekomputer yang memiliki koneksi di jaringan local agar orang-orang dapat melihat dan mengetahui persediaan kopi tersebut.

IoT digunakan pertama kali tahun 1999 oleh Kevin Ashton. Kevin Ashton mengemukakan bahwa IoT dapat diaplikasikan ke banyak perangkat yang dapat terkoneksi dengan bantuan RFID tags untuk supply chain management. RFID (*Radio Frequency Identification*) yaitu salah satu syarat untuk IoT (*Internet of Things*). Dengan adanya RFID dan pada perangkat diberi tag, maka komputer bisa melakukan pengelolaan, pelacakan, serta bisa melakukan inventaris. Watermarking, digital, Kode QR dan Barcode merupakan teknologi dari RFID. Selain itu, Kevin Ashton mengemukakan segala sesuatu yang kita perlukan dapat diketahui melalui komputer. Pengembangan komputer akan terus dilakukan sehingga menghasilkan informasi yang dibutuhkan dan komputer dapat melakukan penglihatan pendengaran, penciuman terhadap dunia selayaknya yang dilakukan manusia.

Pada tahun 2000an IoT telah mulai dipakai oleh instansi-instansi seperti The Guardianm Boston Globe dan Forbes. Seiring berjalannya waktu peminat terhadap IoT terus meningkat. Pada tahun 2000 LG Electronics memperkenalkan lemari es yang dapat terhubung ke internet, berdasarkan perkembangan tersebut mampu mendorong evolusi IoT. Selain itu tahun 2004 RFID telah dipergunakan di tingkat besar yaitu di Militer Amerika Serikat pada Program Savi. Selanjutnya tahun 2005 terdapat perkembangan lain yang sangat penting yaitu robot kelinci bernama Nabaztag yang mampu

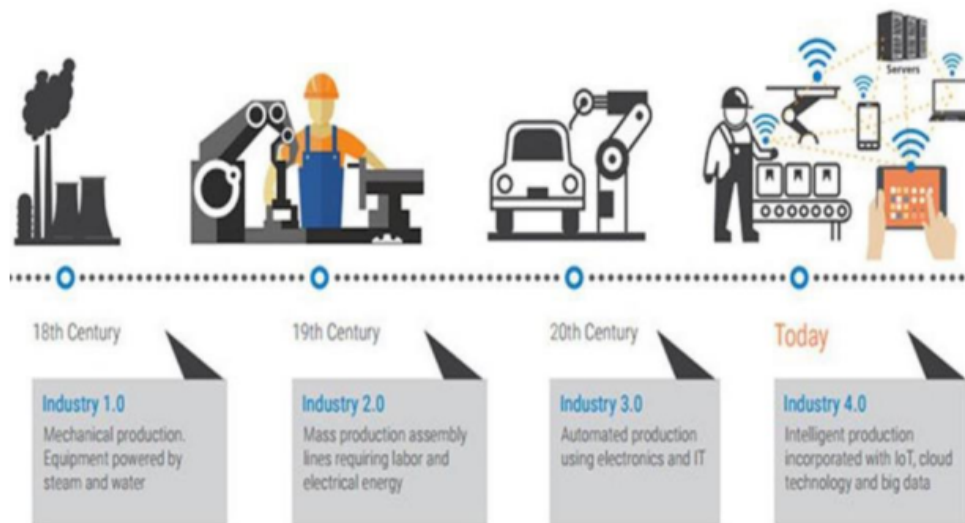
melakukan peramalan cuaca, menyampaikan berita baru dan perubahan pasar saham.

Terdapat beberapa perkembangan pada tahun 2008 yaitu diadakan Konferensi Internasional pertama tentang *Internet of Things* di Swiss dengan peserta sebanyak 23 Negara yang membahas RFID, Sensor Network dan Short-Range Wireless Communications. Selain itu pada tahun yang sama FCC menyetujui penggunaan "*White Space Spectrum*". IoT semakin meledak setelah diluncurkan IPv6-Network Layer Protokol pada tahun 2011, perkembangan tersebut didukung oleh perusahaan raksasa seperti IBM, Cisco dan Ericson.

Perkembangan IoT (*Internet of Things*) telah mendukung segala proses dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi yang secara besar dipakai oleh masyarakat dunia antara lain, Apple, Samsung, Android, Google dan General Motors yang berfokus pada produksi sensor dan perangkat IoT untuk saling terkoneksi. Sensor berfungsi sebagai alat konversi data mentah menjadi sinyal digital lalu dikirimkan ke pusat kontrol, sehingga menghasilkan informasi yang berguna. Selain itu juga bisa memonitor perubahan jarak jauh di setiap belahan dunia melalui internet. Beberapa industry yang dapat menerapkan IoT yaitu Bidang Kesehatan, Bidang Transportasi, Bidang Manufaktur, Bidang Minyak dan Energi, Bidang Pertanian, Bidang Pendidikan, dll.

C. Perkembangan Internet of Things (IoT)

Pada perkembangan zaman saat ini, IoT (*Internet of Things*) merupakan peran penting dalam revolusi industri. IoT dan Revolusi Industri saling bergantung satu sama lain dalam mendorong proses bisnis digital baru. Revolusi industri telah berkembang menjadi empat tahapan yaitu revolusi industri 1.0, 2.0, 3.0, dan 4.0. Revolusi industri adalah perubahan keanekaragaman budaya dan sosial yang berhubungan dengan pengolahan bahan fisik menjadi sebuah barang yang mempunyai nilai. Revolusi industri sangat mempengaruhi kehidupan sehari-hari dan terhadap sumber daya manusia antara lain bidang pendidikan, sosial dan ekonomi.



Gambar Ilustrasi revolusi industri

Sumber: <https://blueoceands.com/smart-qc-for-pdf-drawing>

1. Revolusi Industry 1.0

Revolusi generasi pertama atau disebut juga revolusi industry 1.0 memiliki perbedaan dengan revolusi sebelumnya. Revolusi industry 1.0 adalah revolusi yang terjadi diawal abad 18. Sebelumnya masih banyak pekerjaan yang menggunakan tenaga hewan dan manusia. Pada tahun 1784 saat revolusi industry 1.0 muncul terdapat temuan alat tenun mekanis yang menggunakan mesin uap, sehingga tenaga manusia dan hewan sudah tidak banyak digunakan. Sebelumnya segala proses dibidang jasa maupun produksi adalah sebuah hal yang sulit untuk dikerjakan yang membutuhkan banyak waktu dan biaya yang besar karena semuanya dilakukan secara manual. Revolusi industry 1.0 membuat perekonomian dan pendapatan perkapita diberbagai negara seluruh dunia meningkat enam kali lipat karena segala proses produksi berjalan lebih efisien, mudah, hemat waktu dan hemat biaya, serta menciptakan kembali perkembangan revolusi industry yang lebih maju.

2. ³⁷ Revolusi Industry 2.0

Revolusi industri ⁵⁴ 2.0 muncul pada abad 20 dan dikenal sebagai revolusi teknologi. Mesin uap yang selalu digunakan dalam proses ²⁰ produksi, sehingga semakin lama terdapat penemuan tenaga listrik. Revolusi industry 2.0 ditandai dengan munculnya tenaga listrik, sehingga membuat biaya ⁹ produksi jauh lebih hemat dari yang sebelumnya. Terdapat sebuah kendala yang memperlambat proses produksi pada pabrik yaitu masalah transportasi. Dalam mempermudah proses produksi pada pabrik yang berskala besar, maka membutuhkan alat transportasi agar lebih mudah mengangkut barang-barang dalam jumlah besar maupun berat.

Sebelum revolusi industri 2.0 telah dibuat alat transportasi, tetapi membutuhkan tenaga manusia dan waktu yang lebih banyak untuk melakukan proses perakitan. Pada tahun 1913 telah dimulai revolusi industry 2.0 dimana ditemukan *Assembly Line* atau disebut juga sebagai lini produksi yang menggunakan ban berjalan dalam mempermudah proses produksi ²⁰ sehingga tercipta revolusi baru. Selain itu, yang menandakan revolusi industry 2.0 yaitu dengan munculnya teknologi penemuan baru antara lain mobil pesawat terbang, telepon dan lain sebagainya yang ikut berpengaruh terhadap kemajuan diseluruh dunia.

3. ²⁰ Revolusi Industry 3.0

Revolusi Industry 3.0 ³¹ muncul pada akhir abad ke 20 yang ditandai dengan kemajuan ⁸ teknologi digital dan internet. Revolusi industri 3.0 berbeda dengan Revolusi Industry 1.0 yang ditandai penemuan mesin uap dan Revolusi Industry 2.0 yang ditandai dengan adanya ban berjalan serta pembangkit tenaga listrik. Perbedaannya adalah tenaga manusia telah digantikan oleh ³⁸ tenaga mesin yang bergerak sendiri dan memiliki kemampuan untuk berpikir secara otomatis, yaitu komputer dan robot. Komputer yang diciptakan merupakan inovasi yang ⁹ dikembangkan di era Perang Dunia ke II. Komputer digunakan sebagai mesin dalam memecahkan kode buatan Nazi Jerman dengan nama Colossus yang berukuran sebesar kamar tidur.

Revolusi industry 2.0 dan 3.0 merupakan sebuah revolusi gabungan dimana komputer tersebut tidak memiliki RAM dan juga Keyboard dalam menerima perintah. Komputer menerima perintah melalui pita kertas yang membutuhkan tenaga listrik dalam jumlah besar yaitu 8.500 Watt. Selain itu inovasi di era revolusi industry 3.0 adalah teknologi yang telah memiliki akses internet, penggunaan elektronik seperti telpon genggam dan berbagai pengembangan pada sistem perangkat lunak. Pada era digitalisasi tersebut semua pekerjaan yang dilakukan manusia sebelumnya, seperti menghitung dan proses pembuatan dan penyimpanan komputer telah digantikan oleh komputer. Revolusi tidak hanya terjadi dibidang industry tetapi semakin meluas kebidang informasi. Setelah perang dunia kedua usai, perkembangan teknologi informasi dan komputer semakin maju sampai sekarang.

4. **Revolusi Industri 4.0**

Seluruh dunia telah mengalami revolusi industry 4.0, revolusi ini memberikan dampak besar terhadap ekosistem bumi serta seluruh tatanan kehidupan belahan dunia. Manusia yang mengalami revolusi industry 4.0 disebut sebagai masyarakat modern karena mengalami perubahan hidup yang sangat signifikan. Revolusi industry 4.0 ditemukan pertama kali oleh para ahli diberbagai bidang berasal dari Jerman pada tahun 2011 yang dilakukan pada acara Hannover Trade Fair. Perkembangan produksi menjadi sangat pesat seiring berjalannya industri modern yang telah memasuki babak inovasi baru.

Pada tahun 2015, diperkenalkan sebuah gagasan Revolusi Industri 4.0 di Jerman setelah dibentuknya kelompok khusus untuk membahas tentang penerapan industry 4.0. gagasan ini dikenalkan melalui acara bertajuk *World Economic Forum* (WEF). Selain itu Amerika Serikat juga melakukan penelitian terhadap revolusi industry 4.0 dengan menggerakkan *Smart Manufacturing Leadership Coalition* (SMLC). SMLC merupakan organisasi nirlana yang terdiri dari pemasok, produsen, Lembaga pemerintah, beberapa perusahaan teknologi, universitas dan laboratorium. Tujuan SMLC adalah untuk memajukan cara berpikir masyarakat dunia dalam menghadapi revolusi industry 4.0.

Terdapat beberapa alasan mengapa industry 4.0 sangat penting di era teknologi informasi saat ini yaitu:

- 1) Industry 4.0 membuat pekerjaan perusahaan lebih fleksibel dan responsif terhadap pasar, kompleksitas produk lebih tinggi dan siklus hidup proyek lebih singkat.
- 2) Industry 4.0 membuat transformasi ekonomi modern yang inovatif untuk meningkatkan produktivitas.
- 3) Kualitas produk sangat berpengaruh terhadap kustomisasi produk. Jika kustomasinya bagus maka akan meningkatkan nilai jual.
- 4) Manusia ditempatkan sebagai pusat produksi direvolusi industri. Mesin menjadi lebih pintar dan setiap pekerjaan akan diperkaya oleh mesin dan dimanusiakan. Manusia hanya menjadi pengawas dalam memastikan kelancaran produksi dan melakukan tindakan intervensi hanya mesin melakukan permintaan.
- 5) Kemakmuran akan tercipta secara berkelanjutan, masyarakat akan lebih siap dalam menghadapi resiko globalisasi, resiko pengurangan sumber daya dan kehilangan pekerjaan.

Selain itu terdapat beberapa aspek mendasar Industri 4.0 sebagai berikut:

- 1) Digitalisasi dan peningkatan integrasi rantai nilai horizontal dan vertikal: pelanggan memesan secara digital, mengembangkan produk secara khusus, sistem pelayanan pelanggan yang terintegrasi dan transfer data otomatis.
- 2) Digitalisasi pada pelayanan dan penawaran produk: memanfaatkan jaringan cerdas dalam melakukan pelayanan dan penawaran produk.
- 3) Mengenalkan model bisnis digital yang berinovasi: sistem dan peluang teknologi dalam tingkat integrasi yang tinggi.

D. Pengaruh *Internet of Things (IoT)* dalam Revolusi Industri

Internet of Things (IoT) berhasil terwujud di era revolusi industri 4.0. IoT mempunyai keahlian yang tinggi dalam menghubungkan dan memudahkan proses komunikasi secara jarak jauh yang dilakukan manusia, perangkat, mesin dan sensor melalui jaringan internet. Pada era revolusi industri 3.0 manusia telah menggunakan teknologi saat melakukan transfer uang melalui teller bank dan melalui ATM. Pada saat sekarang industri 4.0 manusia bisa melakukan transfer uang melalui telepon genggam yang terhubung di jaringan internet, sehingga aktivitas keuangan dapat dikontrol kapanpun dan dimanapun saat dibutuhkan.

IoT (*Internet of Things*) dan Industri 4.0 adalah suatu konsep yang mempunyai tujuan memperluas konektivitas internet ke berbagai perangkat untuk agar bisa berjalan secara otomatis sehingga dapat mempermudah pekerjaan dengan cepat, efektif dan efisien. Seluruh sistem perangkat terhubung ke jaringan siber dan fisik yang memanfaatkan komputasi awan (*Cloud Computing*). Industri 4.0 memberdayakan pemilik bisnis agar bisa mengontrol setiap aspek yang mereka lakukan, serta para pelaku bisnis juga dapat memanfaatkan data instan dalam meningkatkan produktivitas, mendorong pertumbuhan dan meningkatkan setiap proses yang dihadapi. Terdapat beberapa pengaruh Iot dalam Revolusi Industri 4.0 antara lain:

1. Perubahan dalam model bisnis

Iot berkemungkinan melakukan perubahan model bisnis yang awalnya menjual produk menjadi tersedianya layanan yang dikelola terutama bidang manufaktur industri 4.0. produk yang tersedia dapat diketahui melalui koneksi jaringan internet dan dapat dimonitor secara jarak jauh. Keadaan ini dapat membantu pelaku bisnis dalam mengelola produk mereka, sehingga dapat memprediksi kebutuhan, pemeliharaan, mengetahui resiko, serta mempertajam total biaya model kepemilikan. jika memungkinkan terjadi sebuah resiko atau kesalahan, maka dampaknya dapat diminimalkan.

44

2. *Big Data* dan *Cloud Computing*

Big Data dan *Cloud Computing* merupakan peranan yang sangat penting, karena *Cloud Computing* (Komputasi Awan) adalah sebuah aplikasi yang berjalan di prosessor komputer yang berada pada jarak

jauh. User terhubung ke *Cloud Computing* melalui jaringan internet. *Cloud Computing* memiliki kapasitas penyimpanan dan memproses data dengan kapasitas yang hampir tidak terbatas. Dengan *Cloud Computing* maka segala kebutuhan dapat diproses secara jarak jauh agar lebih ekonomis, aman, dan fleksibel dibandingkan satu tempat. Selain itu, IoT disebut juga dengan istilah *Big Data* yaitu peranan penting pada revolusi industri 4.0. *Big Data* yaitu semua informasi yang tersimpan di *Cloud Computing*.

3. Keamanan Siber

Keamanan merupakan sebuah hal yang sangat serius dan bisa menjadi ancaman di dunia maya terhadap IoT dalam Revolusi Industri 4.0. Saat menggunakan IoT dalam industri 4.0 perusahaan-perusahaan harus memikirkan dan mempunyai strategi dalam melindungi data, jaringan dan sistem yang mereka miliki karena keamanan adalah sebuah prioritas dan semakin lama IoT akan terus berkembang secara global.

4. Transformasi Teknologi

Teknologi selalu berinovasi mulai dari revolusi industri 1.0 sampai 4.0. sebelumnya, perangkat yang terhubung seperti mesin penjual otomatis memerlukan pengisian daya listrik dan mengandalkan konektivitas Wi-Fi, seluler, atau Bluetooth. Sekarang persyaratan konektivitas telah berkembang. Bahkan konektivitas di tempat yang kurang dapat diakses, seperti pabrik di lokasi terpencil, ladang pedesaan atau lokasi konstruksi berpotensi dipantau melalui perangkat IoT. Makin banyak pilihan teknologi untuk mengatasi masalah terdahulu, seperti sensor hemat daya dan banyak cara berbeda untuk menghubungkan perangkat ke analitik berbasis cloud, menggunakan jaringan area luas berdaya rendah, seluler 4G, dan tentu saja standar seluler 5G baru yang super efisien, yang dirancang dari bawah ke atas untuk mengaktifkan perangkat IoT.

Semua pengaruh itu menjadikan cara manusia bekerja dalam pengaturan industri dan produksi dapat berubah karena perangkat IoT akan terus meningkat. Kemajuan dan terobosan baru dalam teknologi ini akan

berdampak pada manajemen rantai pasokan di seluruh vertikal industri. Ini semua akan mendorong revolusi industri 4.0 ke level berikutnya.

E. ¹¹ *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) mengarah kepada konektifitas alat elektronik, perangkat lunak, kendaraan, perangkat komunikasi, dan lain sebagainya pada perangkat dalam menerima, mengirim, memindahkan serta memproses bahan mentah menjadi informasi. *Internet of Things* menjadi suatu bidang penelitian tersendiri semenjak media komunikasi dan internet selalu berkembang dari waktu ke waktu, karena semakin berkembangnya kebutuhan manusia terhadap teknologi, maka semakin banyak pula penelitian tentang IoT diantaranya pemikiran ¹⁹ beberapa para ahli yaitu pengoptimalan beberapa perangkat seperti RFID (*Radio Frequency Identification*), media sensor, wireless sensor network dan smart object lainnya yang bisa digunakan manusia untuk berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung ke jaringan internet. IoT memperbolehkan manusia dalam memonitor dan melakukan pengontrolan perangkat secara jarak jauh menggunakan jaringan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi, menggabungkan sistem fisik secara terkomputerisasi dengan sistem digital, serta meningkatkan produktifitas dan mengurangi interaksi manusia. IoT mempunyai beberapa karakteristik antara lain:

- 1) Jaringan yang terhubung antara perangkat keras.
- 2) *Device* yang saling terkoneksi
- 3) *Smart Device* yang saling terkoneksi.
- 4) Alat elektronik diantaranya perangkat lunak, jaringan sensor, alat penggerak.
- 5) Objek yang mengumpulkan dan memproses data
- 6) Objek yang dioperasikan ²¹ secara jarak jauh melalui infrastruktur jaringan
- 7) Membuka peluang untuk pengintegrasian perangkat keras dengan sistem digital.

21 1) Cara Kerja IoT (Internet of Things)

Pada dasarnya cara Kerja IoT (*Internet of Things*) adalah setiap perangkat harus memiliki tanda pengenal yang unik yang bisa diproses oleh sistem komputer dan direpresentasikan ke bentuk data pada sistem komputer. Pengimplementasian IoT pertama kali terdapat tanda pengenal yang bisa digunakan, diproses dan dibaca oleh komputer adalah *Barcode* (Kode Batang), *QR Code* (Kode Qr) dan *RFID* (Identifikasi Frekuensi Radio). Setelah terjadi pengembangan perangkat memiliki sebuah alamat IP (*Internet Protocol*) yang berfungsi sebagai penanda atau suatu identitas, agar perangkat tersebut bisa diberi perintah dalam jaringan yang sama. Selanjutnya alamat IP tersebut terhubung ke internet agar bisa saling terkoneksi.

IoT memiliki cara kerja yaitu memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman pada setiap perintah argumennya harus menghasilkan suatu interaksi secara otomatis tanpa tindakan manusia dalam jarak jauh antara sesama mesin. Mesin-mesin tersebut dihubungkan oleh internet dan manusia hanya bertugas sebagai pengawas dan pengatur berjalannya alat tersebut. Cara kerja IoT terdiri dari 4 komponen utama yaitu:

1) *Sensors/Devices*

Sensors/Device merupakan komponen utama dalam membantu manusia melakukan pengumpulan data secara langsung di lingkungan sekitar, data yang dikumpulkan berkemungkinan memiliki berbagai tingkat kompleksitas. selain itu sensor juga berfungsi untuk melakukan pengambilan data yang dibutuhkan dari sebuah obyek, data tersebut dapat berupa sensor pemantau suhu udara secara sederhana atau mungkin dalam bentuk tayangan video. Suatu perangkat IoT memiliki beberapa sensor dalam mendapatkan berbagai data untuk menghasilkan informasi yang berguna bagi pemakainya, misalnya GPS Tracker yang memiliki sensor GPS, Sensor bahan bakar, temperatur sensor tegangan listrik dan lain sebagainya.

2) *Connectivity*

Semua data yang telah dikumpulkan selanjutnya dikirim ke *Cloud Infrastructure* agar dapat diproses. Sensor diubungkan ke

Cloud menggunakan macam-macam media komunikasi. Media komunikasi tersebut termasuk Wifi, Bluetooth, satelit, jaringan seluler, wan dan lain sebagainya. Setiap pilihan koneksi memiliki kekurangan dan kelebihan yang dapat mempengaruhi jarak, konsumsi daya, *bandwidth*, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, konektifitas yang dipilih pada perangkat IoT perlu pertimbangan yang baik

3) *Data Processing*

Data Processing atau pengolahan data melakukan tindakan pengumpulan data selesai dan disampaikan ke *cloud*, *software* melakukan memproses data yang terkumpul. Proses ini bisa memeriksa suhu udara area tertentu seperti AC atau pemanas. Namun, terkadang juga dapat mengidentifikasi proses yang rumit seperti objek di video menggunakan visi komputer. Bisa juga membutuhkan interaksi dengan manusia atau bahkan sepenuhnya otomatis menggunakan teknologi *artificial intelligence* (AI) saat pemrosesan data.

4) *User Interface*

Informasi harus tersedia bagi setiap pengguna, informasi dapat dikirim melalui beberapa cara agar dapat tercapai diantaranya memicu alarm di ponsel pengguna atau mengirim pengguna email bahkan pesan teks. Pengguna terkadang mungkin membutuhkan antarmuka yang secara aktif memeriksa sistem IoT. Misalnya, pengguna dapat memasang kamera didepan rumah, saat ingin mengakses rekaman video dan semua *feed* dapat menggunakan bantuan *web server*. *User Interface* umumnya ditampilkan pada perangkat seperti laptop, *smartphone*, tablet, PC atau perangkat lainnya. Selain itu juga berguna untuk menampilkan informasi yang dibutuhkan untuk dapat berinteraksi atau mengendalikan perangkat IoT yang terhubung ke obyek.

2) Tantangan pada IoT (Internet of Things)

Salah satu tantangan IoT adalah sumber manusianya yang sedikit dan pemahaman masyarakat terhadap teknologi itu sendiri.

Pengimplementasian IoT masih ada permasalahan-permasalahan yang sering dihadapi oleh beberapa pihak yang menggunakan IoT dalam kehidupan sehari-hari. Namun tantangan-tantangan tersebut juga perlu ditemukan solusinya agar apa yang dibutuhkan tetap berjalan sesuai keinginan. Adapun tantangan pada Iot adalah sebagai berikut.

- 1) Pengujian dan pembaruan yang tidak memadai.
- 2) Keamanan data dan privasi yang mengkhawatirkan.
- 3) Kompleksitas *software*.
- 4) Volume data dan interpretasi.
- 5) AI dan otomatisasi yang terintegrasi.
- 6) Perangkat sulit mendapatkan satu daya yang konstan.
- 7) Interaksi dan komunikasi yang memiliki jarak tidak menentu.

3) Kelebihan *Internet of Things* (IoT)

Dalam penggunaan IoT memiliki Kelebihan sebagai berikut:

- 1) Kemampuan untuk mengakses informasi dari mana saja, kapan saja dan diperangkat apa saja. Semakin banyak informasi yang didapatkan maka semakin mudah dalam mengambil sebuah keputusan berdasarkan data yang ada. Dengan adanya informasi data kita tidak perlu melakukan pengecekan data dan mensortir data secara satu persatu karena mesin yang akan bekerja sesuai algoritma yang diinginkan secara cepat, tepat dan akurat.
- 2) Komunikasi menjadi lebih baik antara perangkat yang saling terhubung dalam sebuah jaringan, dengan adanya komunikasi jarak jauh maka dengan mudah mengecek persediaan produk, lokasi serta kualitas produk sehingga dapat dengan mudah melakukan pengelolaan tanpa harus melakukan pengecekan secara manual.
- 3) Dengan adanya bantuan sistem komputer yang terhubung ke jaringan maka pengelolaan data menjadi informasi dapat dengan mudah dilakukan sesuai dengan tindakan yang telah diprogram maka proses Analisa bisa berjalan dengan cepat dan Tindakan pengambilan keputusan juga bisa lebih cepat.

4) Sumber daya manusia yang memiliki kemampuan terbatas maka diperlukan tenaga atau bantuan mesin dalam menggantikan pekerjaan manusia, dengan adanya bantuan mesin maka pekerjaan akan lebih mudah dikerjakan dan dapat mengotomatisasi tugas dalam membantu peningkatan kualitas layanan bisnis dan mengurangi kebutuhan campur tangan manusia sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

4) Kekurangan *Internet of Things* (IoT)

Dalam penggunaan IoT mempunyai kekurangan yang tidak dapat dipungkiri, Adapun kekurangan IoT adalah:

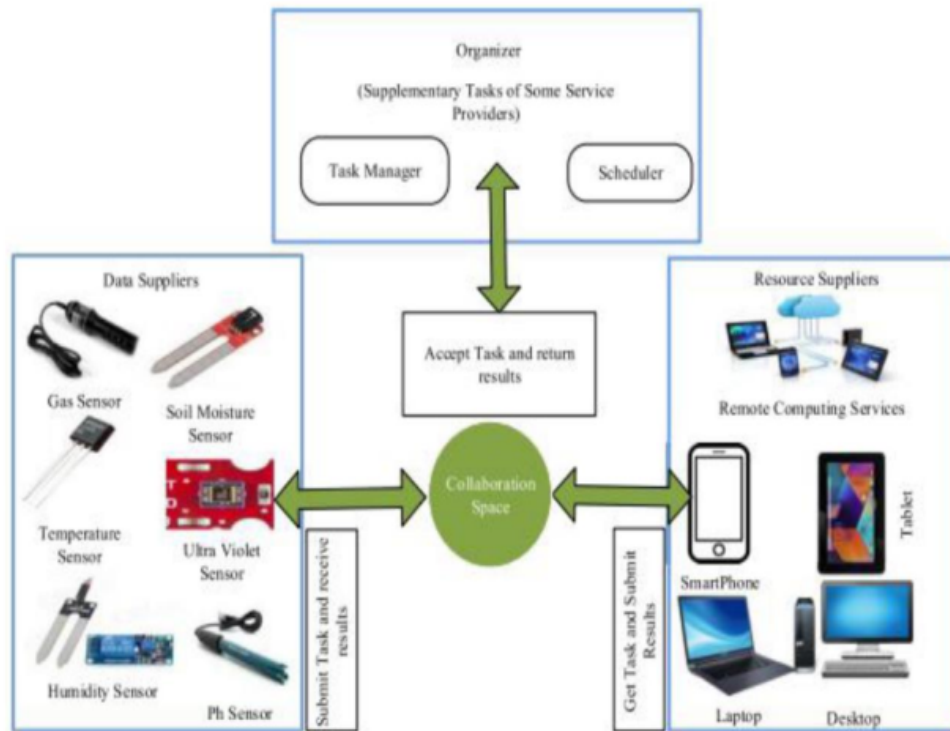
- 1) Karena banyaknya perangkat yang terhubung meningkat dan informasi yang dibagikan semakin banyak antar perangkat, maka potensi peretas untuk membobol informasi yang bersifat rahasia akan meningkat juga.
- 2) Mempunyai kemungkinan setiap perangkat yang terhubung akan rusak, karena adanya bug di sistem.
- 3) Sulit untuk berkomunikasi satu sama lain antara perangkat dari produsen yang berbeda. Karena tidak ada komplabilitas internasional terhadap IoT.

F. Penerapan IoT (*Internet of Things*)

IoT (*Internet of Things*) dapat diterapkan pada berbagai bidang antara lain bidang industry, bidang Pendidikan, bidang pertanian, bidang kontruksi dan lain sebagainya. Mesin dibuat untuk mempermudah pekerjaan manusia, sebelumnya mesin hanya membantu manusia dengan dioperasikan secara maual, seiring berjalannya waktu mesin mulai menggantikan pekerjaan manusia dan beroperasi secara otomatis. Dalam memanfaatkan dan mengembangkan sistem sebagai alat bantu pada sebuah sistem akan tetap menemukan kendala, apalagi berhubungan dengan jarak dan waktu. Karena jarak tersebut membuat mesin tidak akan bisa berinteraksi dengan mesin yang lain, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dimanfaatkan IoT dimana semua mesin dibuatkan tanda pengenalan atau IP address yang dapat

menggunakan jaringan internet sebagai media komunikasi untuk saling bertukar data.

50 Berikut salah satu contoh kasus atau Ilustrasi penerapan IoT dibidang pertanian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar Ilustrasi Penerapan IoT di Bidang Pertanian

Sumber: Sumber: Farooq.et al (2019)

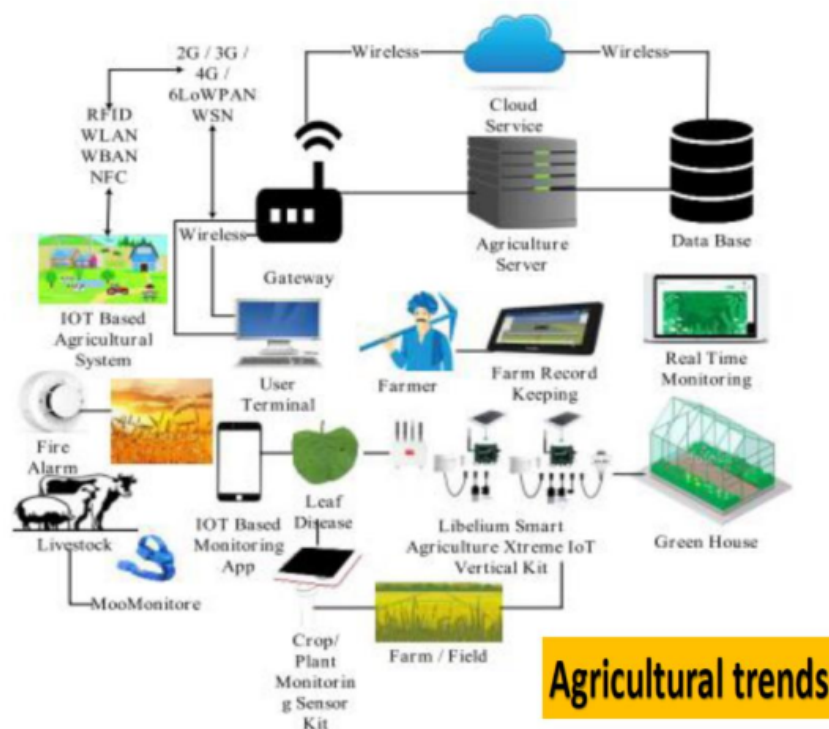
Gambar diatas merupakan perangkat-perangkat yang digunakan dalam penerapan IoT dibidang Pertanian. Setiap perangkat saling berkolaborasi dan saling terhubung satu sama lain, sehingga bisa dijadikan sebagai mesin atau alat bantu dalam pekerjaan dibidang pertanian. Salah satu pemanfaatan IoT dalam bidang pertanian yaitu pengumpulan data secara langsung pada bisnis pertanian menjadi lebih cepat, akurat dan tepat. Setiap proses dilakukan data lebih cepat karena dapat menghemat waktu dan biaya. Telah banyak industry

yang menerapkan IoT dibidang pertanian. Terdapat beberapa manfaat penerapan IoT dibidang pertanian antara lain:

1. Dapat memaksimalkan produk, dalam bidang pertanian penerapan IoT banyak dimanfaatkan pada mapping cuaca dan keadaan tanah. Proses mapping yang lebih cepat, membuat petani lebih cepat dalam mengambil tindakan. Keadaan tanaman sangat berpengaruh terhadap cuaca dan keadaan tanah untuk memaksimalkan produk pertanian. IoT yang sering digunakan dalam mapping cuaca adalah berbasis GPS yang terhubung ke internet.
2. Dapat memanfaatkan sumber daya secara efektif yang membuat petani dapat mengukur dan menemukan kekurangan komponen utama pada lahan sedini mungkin. Sehingga penggunaan energi dapat dimanfaatkan seefisien mungkin, karena yang digunakan dalam pertanian adalah air dan tanah maka kedua komponen tersebut harus digunakan seefektif mungkin.
3. Penerapan IoT pada persoalan pengontrolan dan penanganan hama dapat diterapkan dalam bentuk jaringan sensor untuk memantau jumlah hama bisa. Dengan adanya sensor untuk mendeteksi jumlah hama, maka sistem pengendalian hama dapat mengambil tindakan secara otomatis dalam melakukan tindakan. Selain itu juga dapat mengurangi penggunaan pestisida dan hasil panen menjadi lebih sehat untuk dikonsumsi.
4. Semua aktifitas yang dilakukan untuk kegiatan produksi pertanian, akan dikerjakan oleh mesin mulai dari proses pemupukan, penyemprotan hama sampai proses pemanenan. IoT melakukan pemupukan dan penyemprotan hama secara otomatis dan *realtime*. Selain itu juga bisa mendapatkan hasil yang akurat untuk menemukan lokasi yang efektif untuk proses produksi.
5. Agar mendapatkan hasil yang maksimal, maka diperlukan penggunaan IoT dalam memonitoring perkembangan tanaman untuk meningkatkan efisiensi dalam bisnis pertanian. Kegiatan monitoring tersebut bisa mengukur, serta mendeteksi perkembangan tanaman dari dini dan bisa mengetahui perkembangan dan Kesehatan tanaman secara *realtime*.

Penggunaan IoT secara terus menerus dalam sector pertanian dapat meningkatkan daya saing produk pertanian secara global. Penerapan IoT dibidang pertanian selalu meningkat dari tahun ke tahun. IoT tidak hanya dimanfaatkan di sektor pertanian, tetapi juga untuk teknologi sensor air, digunakan dalam mengetahui invasi organisme berbahaya dan untuk menjaga suhu lingkungan. Dengan adanya aplikasi ini, maka akan terjadi efisiensi kerja dan hasil pertanian bisa berkembang lebih pesat.

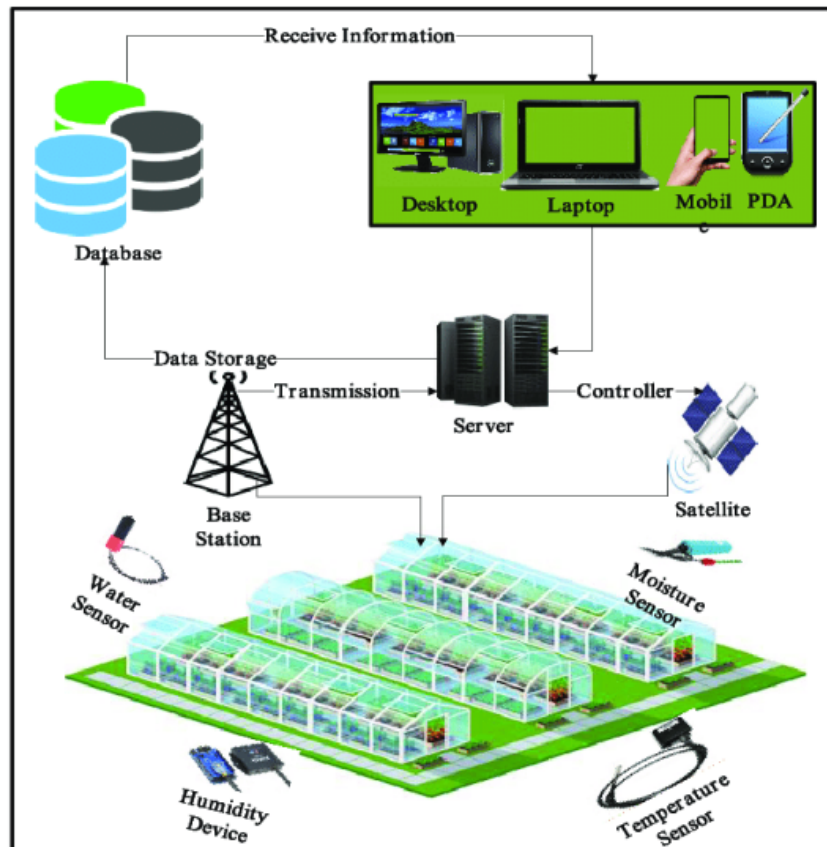
Produk pertanian akan terus meningkat jika memanfaatkan menggunakan teknologi pintar. IoT pada bidang pertanian telah banyak diterapkan, maka permasalahan yang memperlambat produksi pertanian adalah perubahan iklim, terbatasnya lahan dan masalah kurangnya sumber daya manusia akan teratasi sehingga kebutuhan untuk mempercepat produktivitas pangan dalam meningkatkan populasi dunia dapat tercapai. Penerapan IoT pada sektor pertanian dapat dilihat pada gambar berikut, dan telah dimanfaatkan secara maksimal.



Gambar Penerapan IoT pada Sektor Pertanian

Sumber: Sumber: Farooq.et al (2019)

Contoh lain penerapan IoT pada sektor pertanian adalah sebagai berikut.



Gambar Penerapan IoT pada Pertanian di Rumah Kaca

Sumber: Sumber: Farooq.et al (2019)

Gambar diatas merupakan penggunaan *Wireless Sensor Network* (WSN). Penggunaan teknologi WSN yaitu dapat memproses data agar terkirim secara cepat dan efisien, serta memperoleh informasi yang dapat dipantau secara *realtime*. Gambar diatas merupakan sistem monitoring dalam pengontrolan tanaman untuk *smart greenhouse* menggunakan WSN dengan penambahan kontrol jarak jauh berbasis IoT, dengan penambahan IoT dapat memonitoring perkembangan tanaman secara jauh pada *greenhouse*. Pemantauan dapat dilakukan melalui PC, Laptop, *Smartphone* dan PDA. WSN dengan *smart greenhouse* ini diharapkan dapat membantu petani dalam

meningkatkan produksi pertanian secara efisien dan dapat dipantau dimana pun petani berada secara jarak jauh. Selanjutnya adalah contoh gambar penerapan IoT pada sebuah peternakan yang dapat memonitoring keadaan perternakan secara jarak jauh dan data dikumpulkan kedalam *Cloud Server*. (Farooq, M. S.et al (2019))



Gambar Penerpan IoT Sebagai Memonitoring Keadaan Pertenakan Jarak Jauh

Sumber: Farooq.et al (2019)

G. Proyek IoT

Berikut merupakan beberapa proyek IoT yang dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang.

1. *Controlling LED*

Dalam proyek IoT ini menggunakan fasilitas *Google Firebase* dalam scenario IoT, mengintegrasikan *Firebase* dengan NodeMCU untuk mengontrol LED.

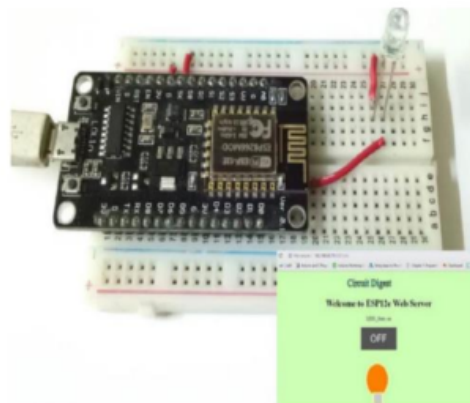


Gambar *Controlling LED*

Sumber: <https://circuitdigest.com/article/top-30-diy-iot-projects-from-basics-to-advanced>

2. *Node MCU Webserver to Control an LED*

Penggunaan ESP12E NodeMCU sebagai Webserver untuk meng-host halaman web dan mengontrol alat apapun dari jarak jauh.



Gambar *Control LED* dengan ESP12E

Sumber: <https://circuitdigest.com/article/top-30-diy-iot-projects-from-basics-to-advanced>

3. *Controlling Servo Wirelessly*

Pada gambar dibawah meruplan pengontrolan motor servo menggunakan web browser dengan bantuan Arduino dan *wireless*. Servo bisa terkoneksi dengan browser web melalui IP Address kemudian menggerakkan slider di halaman web, maka servo akan bergerak sesuai perintah.

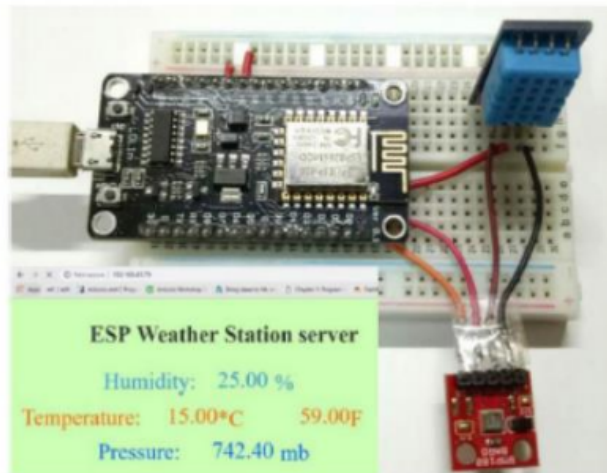


Gambar Pengontrolan Motor Servo

Sumber: <https://circuitdigest.com/article/top-30-diy-iot-projects-from-basics-to-advanced>

4. *IoT Weather Station*

Weather Station terdiri dari beberapa sensor yang digunakan untuk memonitoring cuaca seperti arah dan kecepatan angin, suhu dan curah hujan.

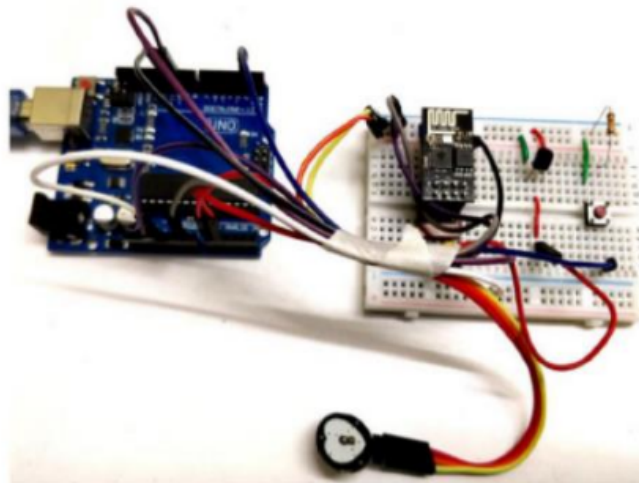


Gambar ESP Weather Station

Sumber: <https://circuitdigest.com/article/top-30-diy-iot-projects-from-basics-to-advanced>

5. Patient Health Monitoring System

Perangkat yang terhubung ke internet yaitu sistem yang berfungsi memantau Kesehatan pasien oleh dokter.

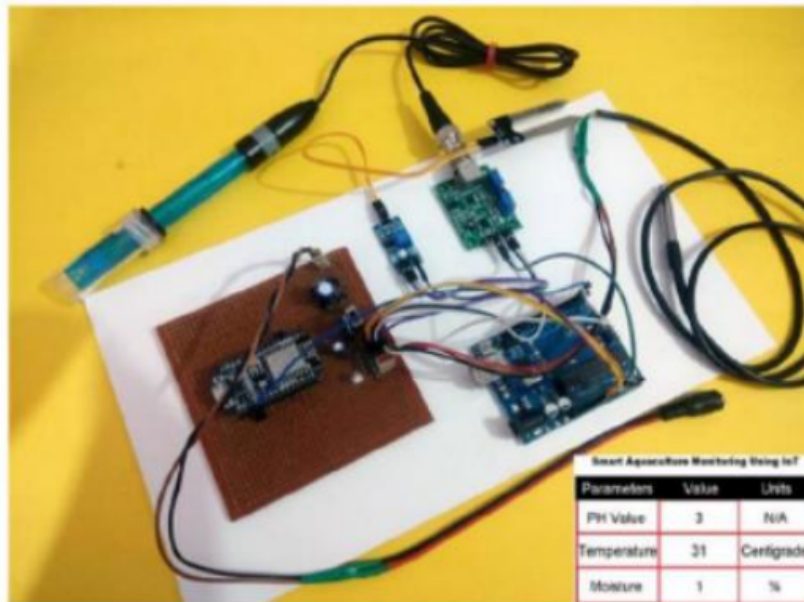


Gambar Patient Health Monitoring System

Sumber: <https://circuitdigest.com/article/top-30-diy-iot-projects-from-basics-to-advanced>

6. *Water Quality Monitoring System*

Sistem yang berfungsi dalam melakukan pengontrolan kualitas dan kondisi air berdasarkan karakteristik, unsur kima dan biologisnya.



Gambar Sistem pengontrolan air

Sumber: <https://circuitdigest.com/article/top-30-diy-iot-projects-from-basics-to-advanced>

H. Penelitian tentang Penerapan IoT (*Internet of Things*)

Penelitian tentang penerapan IoT diberbagai bidang telah banyak dilakukan, dibuku ini akan dibahas beberapa kasus yang dilakukan penelitian tentang penerapan IoT.

1. Penerapan IoT dalam Bidang Pertanian

Disini akan membahas kasus penelitian tentang penerapan IoT dibidang Petanian dengan judul “Rancang Bangun Soil Box Resistivitas Pengukuran Daya Hantar Listrik pada Tanah sebagai Indikator dalam Pemetaan Kondisi Lahan Pertanian” dengan Latar Belakang masalahnya yaitu Tanah merupakan sebuah benda lami yang terdapat di permukaan bumi, Fungsi Utama Tanah adalah sebagai tumbuh kembangnya

tanaman. Banyak factor yang mempengaruhi fungsi tanah, salah satu factor yang mempengaruhi kualitas tanah adalah nilai *electrical conductivity* (EC). EC merupakan kemampuan tanah dalam menghantarkan arus listrik. Sistem ini dirancang untuk mengukur nilai *electrical conductivity* (EC) tanah secara praktis sehingga pengukuran dapat dilakukan langsung di lapangan tanpa perlu membawa sample tanah ke laboratorium. Adapun rumusan masalahnya adalah:

- a. Bagaimana sistem dapat menghitung *electrical conductivity* (EC) tanah.
- b. Bagaimana sistem dapat mengukur nilai pH di tanah.
- c. Bagaimana sistem dapat mengukur nilai suhu pada tanah.
- d. Bagaimana sistem dapat mengukur kelembaban pada tanah.
- e. Bagaimana sistem dapat membantu dalam pemetaan kondisi lahan yang akan digunakan untuk pertanian.

Selain itu juga terdapat Batasan Masalah dalam penelitian yaitu:

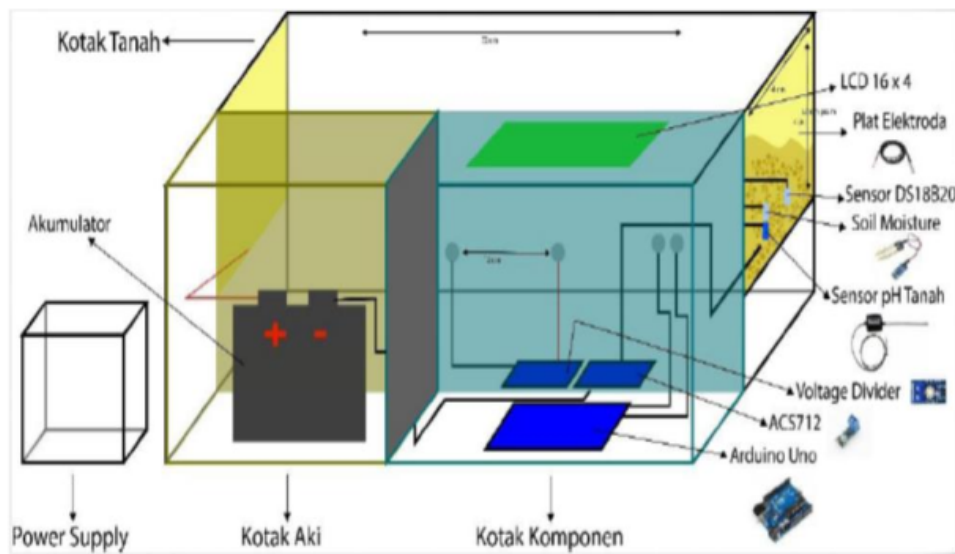
- a. Sistem dirancang untuk mengukur dan menampilkan *electrical conductivity* (EC), pH, suhu dan kelembaban tanah.
- b. Sistem ini menggunakan kotak mika berukuran 12cm x 4cm x 4cm.

Selanjutnya terdapat beberapa landasan dalam penelitian yaitu:

- a. *Electrical conductivity* (EC)
- b. Metode pengukuran *electrical conductivity* (EC)
- c. Arduino Uno
- d. Arduino IDE
- e. Sensor ACS712
- f. Sensor Voltage divider
- g. Sensor pH Tanah
- h. Sensor DS18B20

- i. Sensor Soil Moisture
- j. LCD 16x4
- k. Pengambilan contoh

Rancangan umum sistem dari Soil Box Resistivitas Pengukuran Daya Hantar Listrik pada Tanah sebagai Indikator dalam Pemetaan Kondisi Lahan Pertanian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar Rancangan sistem Soil Box Resistivitas

Sumber: Materi FGD Dr. Budi Rahmadya, M.Eng Tanggal 01-10-2022

2. Penerapan IoT dalam Bidang Perikanan

Selain telah dilakukannya penelitian tentang penerapan IoT dibidang Pertanian, ada juga penelitian yang dilakukan dalam Bidang Perikanan. Penelitian ini berjudul “Sistem Monitoring Kualitas Air Laut dan Kontrol Dasar Oksigen untuk Penangkaran Tukik Penyus Berbasis *Internet Of Things (IoT)*”. Penelitian ini memiliki latar belakang masalah yaitu Budidaya Penyus yang dilakukan di Pariaman pada saat ini masih menggunakan metode yang konvensional sehingga kurang efektif dan efisien yaitu dengan cara mengukur kadar oksigen,

salinitas dan suhu secara langsung ke kolam penangkaran menggunakan alat ukur. Berdasarkan masalah tersebut ditemukan solusi untuk merancang sebuah sistem monitoring kualitas air laut dan control kadar oksigen pada penangkaran berbasis IoT, dimana *User* dapat melihat hasil monitoring melalui *smartphone* menggunakan aplikasi blynk secara *realtime* kapanpun dan dimanapun berada.

Berdasarkan latar belakang diatas ditemukan beberapa rumusan masalah antara lain:

- a. Bagaimana cara sistem dapat mengukur kadar garam, suhu pada air laut dan kadar oksigen terlarut.
- b. Bagaimana cara merancang sistem monitoring menggunakan aplikasi *blynk* yang dapat mendeteksi kualitas air laut pada kolam penangkaran tukik penyu sisik.
- c. Bagaimana cara merancang sistem yang dapat mengontrol kadar oksigen terlarut pada air laut.

Berdasarkan rumusan masalah makan ditemukan beberapa Batasan masalah yaitu:

- a. Menggunakan media akuarium dengan standar 80cm x 40cm x 40cm.
- b. Menggunakan air laut sebagai sampel yang diukur.
- c. Data kualitas air laut pada penangkaran tukik penyu sisik dapat dilihat secara *realtime* menggunakan aplikai *Blynk* dengan *smartphone*.
- d. Data yang didapatkan berupa angka dan kondisi yang menunjukkan kadar garam, suhu air laur dan kadar oksigen yang terlarut.

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Sistem dapat mengetahui kadar garam menggunakan senso *salinity* dan suhu menggunakan sensor DS18B20 dan kadar oksigen menggunakan sensor *dissolve oxygen*.

- b. Sistem dapat memonitoring kualitas air laut dari jarak jauh secara *realtime* menggunakan aplikasi *Blynk*.
- c. Sistem dapat mengontrol kadar oksigen menggunakan *aerator* pada akuarium.

Selanjutnya manfaat penelitian ini adalah:

- a. Alat monitoring kualitas air laut pada penangkaran tukik penyu sisik dirancang agar pemilik dapat dengan mudah memonitoring kualitas air laut dari jarak jauh secara *realtime* sehingga lebih efektif dan efisien.
- b. Dengan adanya alat monitoring ini maka kualitas air laut akan terjaga sehingga peluang kematian pada tukik penyu sisik yang disebabkan oleh kualitas air laut yang buruk dapat terminimalisir.
- c. Sistem dapat melakukan pengontrolan kadar oksigen terlarut pada air laut di akuarium.

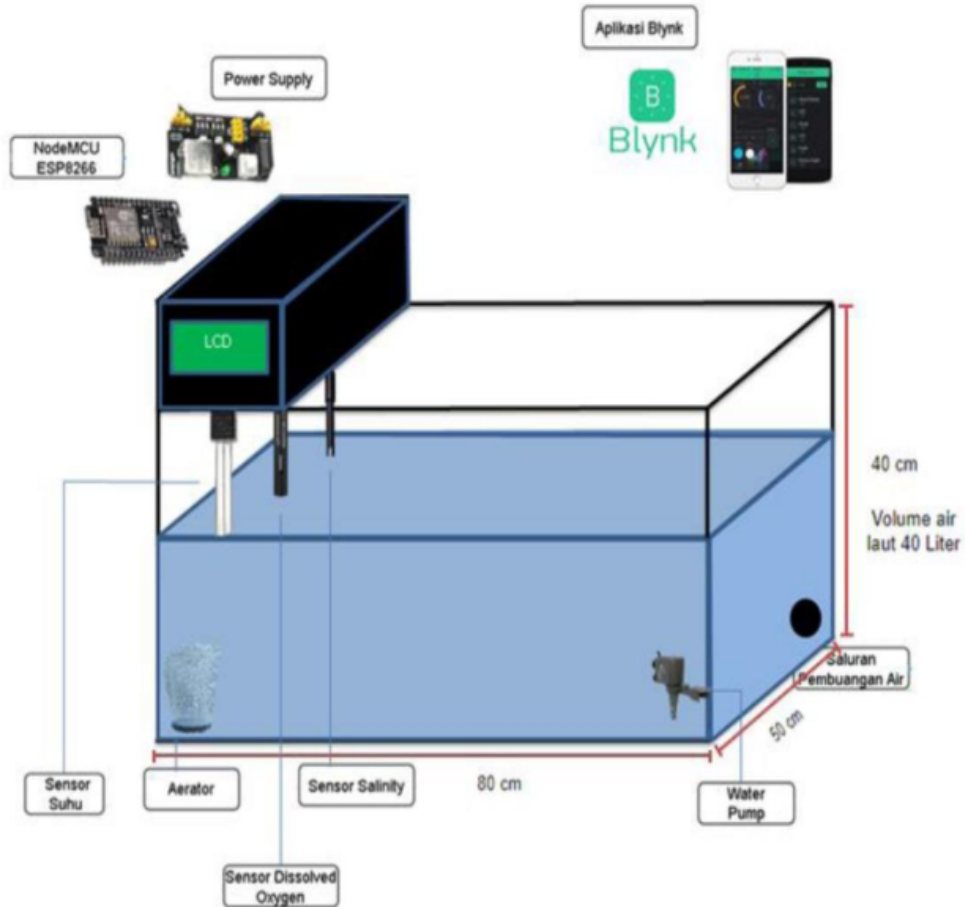
Berikut gambar kondisi penangkaran tukik di Pariaman.



Gambar Kondisi Penangkaran Tukik

Sumber: Materi FGD Dr. Budi Rahmadya, M.Eng Tanggal 01-10-2022

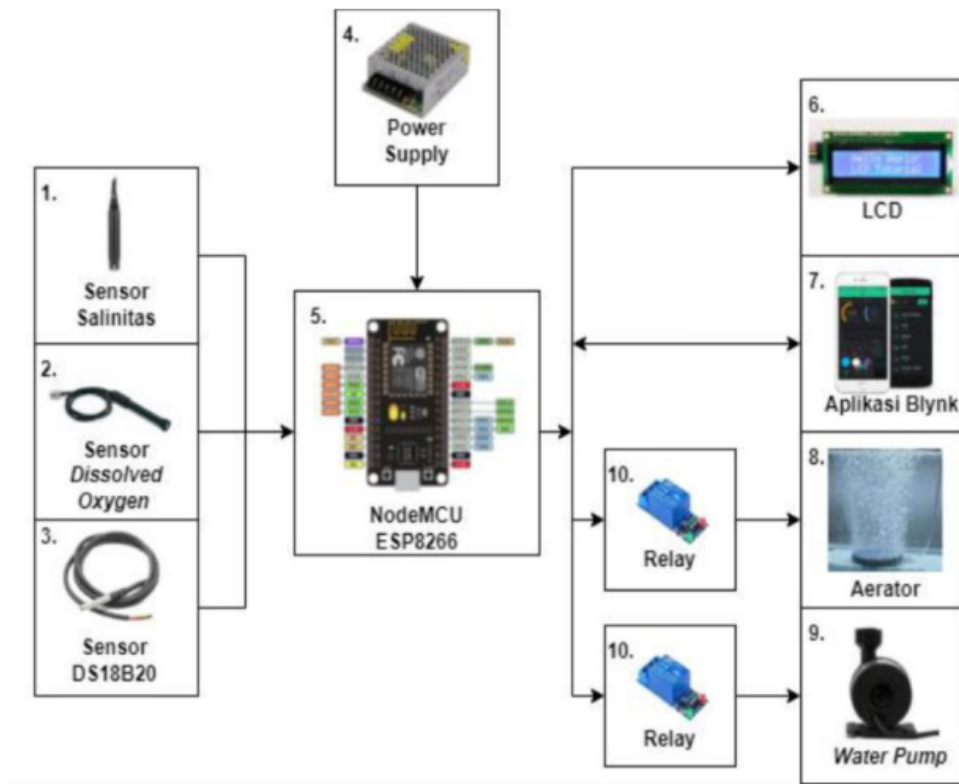
Rancangan umum dari Sistem Monitoring Kualitas Air Laut dan Kontrol Dasar Oksigen untuk Penangkaran Tukik Penyusik Berbasis Internet Of Things (IOT) dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar Sistem Kontrol Penangkaran Tukik Penyusik Berbasis (IOT)

Sumber: Materi FGD Dr. Budi Rahmadya, M.Eng Tanggal 01-10-2022

Rancangan perangkat keras dari sistem dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar Rancangan perangkat keras NodeMCU ESP8266

Sumber: Materi FGD Dr. Budi Rahmadya, M.Eng Tanggal 01-10-2022

REFERENSI

- Anastasya, A. (2022a). *15 Jenis Media Tanam Hidroponik*. Kebun Pintar. <https://kebunpintar.id/blog/15-jenis-media-tanam-hidroponik/>
- Anastasya, A. (2022b). *6 Tahapan Budidaya Hidroponik Sayur dan Buah*. Kebun Pintar. <https://kebunpintar.id/blog/6-tahapan-budidaya-hidroponik-sayur-dan-buah/>
- Awalia Rahmah, N. (2022). *Budidaya Hidroponik Organik Bisa Dilakukan dengan 5 Tahap Ini*. Pak Tani Digital. <https://paktanidigital.com/artikel/budidaya-hidroponik-organik-bisa-dilakukan-dengan-5-tahap-ini/#.Y19zmXZBw2x>
- Behmann, F., & Wu, K. (2015). *Collaborative internet of things (C-IoT): For future smart connected life and business*. John Wiley & Sons.
- Fatimah, S. (2021). *8 Sistem Hidroponik Yang Harus Diketahui Bagi Pemula*. Kebun Pintar. <https://kebunpintar.id/blog/8-sistem-hidroponik-yang-harus-diketahui-bagi-pemula/>
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Abid, K., & Naeem, M. A. (2019). A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming. *Ieee Access*, 7, 156237-156271.
- Kelebihan dan Kekurangan Bercocok Tanam Hidroponik*. (2022). Dkp3. <https://distan.sukabumikota.go.id/kelebihan-dan-kekurangan-bercocok-tanam-hidroponik/>
- Mengenal Media Tanam Hidrogel*. (2019). Cybext. <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/59649/Mengenal-Media-Tanam-Hidrogel/>
- Oey, S. (2022). *7 Media Tanam Hidroponik yang Bikin Subur*. Rugarupa. <https://www.rugarupa.com/blog/media-tanam-hidroponik/>

BAB III

BUDIDAYA TANAMAN TEKNIK HIDROPONIK

A. Mengenal Budidaya Metode Hidroponik

Menanam merupakan aktivitas yang semakin populer saat ini dan mulai ditekuni semua lapisan masyarakat. Menanam dapat dilakukan dalam skala besar dan kecil. Salah satu kegiatan budidaya tanaman yang semakin digeluti masyarakat saat ini adalah budidaya tanaman dengan menggunakan teknik hidroponik. Hidroponik tersusun dari 2 suku kata yaitu *hydro* yang bermakna air, dan *phonic* adalah pengerjaan. Jadi, hidroponik dapat diartikan sebagai budidaya pertanian yang menggunakan air berisi larutan nutrisi dan tidak menggunakan tanah (Roidah, 2014). Budidaya hidroponik biasanya dilakukan di dalam *greenhouse* atau rumah kaca. Tujuannya adalah untuk menghindari hujan, hama, kotoran, dan penyakit. Meski budidaya tanaman dengan teknik hidroponik ini mulai banyak digeluti oleh masyarakat di Indonesia baru-baru ini, namun sebenarnya teknik ini sudah ditemukan dan telah diterapkan cukup lama di luar negeri.

Hidroponik merupakan budidaya tanaman dengan mengganti media tanam konvensional yang biasanya menggunakan tanah menjadi air sebagai media tanam. Jenis budidaya dengan teknik hidroponik ini menjadi alternatif bagi masyarakat yang memiliki hobi menanam tetapi memiliki keterbatasan tanah atau lahan. Terdapat tiga faktor yang menjadi alasan untuk bertanam hidroponik:

1. Semakin berkurangnya lahan pertanian. Hal ini bisa disebabkan karena banyaknya lahan kosong yang digunakan untuk kepentingan masyarakat seperti perumahan dan area industri
2. Semakin bertambahnya populasi penduduk. Peningkatan jumlah penduduk yang semakin tinggi pada tiap tahunnya menyebabkan semakin tingginya kebutuhan lahan untuk area tempat tinggal. Oleh karena ini lahan pertanian sering dialihfungsikan menjadi area perumahan.

3. Masyarakat semakin menyadari akan pentingnya pemilihan sayuran dengan kualitas terbaik, bersih dan sehat. Selain keterbatasan lahan, masyarakat juga mulai menggeluti dunia hidroponik karena masyarakat mulai memiliki ketertarikan untuk menanam tanaman/sayuran sendiri dan dengan menanam secara hidroponik, mereka dapat melakukannya secara mandiri.

Tujuan dari menanam hidroponik adalah untuk menghasilkan sayuran bersih dan sehat dalam jumlah besar di lahan yang semakin sempit. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa menanam secara hidroponik merupakan sebuah solusi bercocok tanam di lahan yang sempit dan menghasilkan tanaman yang sehat dan berkualitas.

Budidaya menanam dengan teknik hidroponik ini selain menghasilkan sayuran bersih dan sehat juga memiliki berbagai kelebihan lain diantaranya:

1. Tidak membutuhkan ruang yang luas. Ruang yang terbatas dan higienis dapat dijadikan sebagai tempat budidaya hidroponik
2. Budidaya tanaman dengan teknik hidroponik menjadikan tanaman lebih cepat bertumbuh dan lebih hemat dalam penggunaan pupuk
3. Tanaman yang dihasilkan berkualitas, bebas dari hama penyakit maupun serangga
4. Jumlah tanaman yang dihasilkan melalui budidaya hidroponik akan jauh lebih tinggi
5. Perawatan dan peralatan yang digunakan menjadi semakin efisien
6. Tanaman yang dihasilkan memiliki kualitas lebih bagus dan bersih karena tidak menggunakan tanah
7. Penggunaan air dan pupuk lebih efisien
8. Harga jual lebih tinggi

Dibalik berbagai kelebihan, metode hidroponik juga memiliki berbagai kekurangan yakni:

1. Membutuhkan modal awal yang besar

2. Membutuhkan ketelitian dalam pengontrolan (takaran nutrisi)
3. Jika terjadi kesalahan dalam pengontrolan, maka tanaman akan gagal panen atau mati

Dapat disimpulkan bahwa budidaya dengan metode hidroponik dapat menghasilkan tanaman yang sehat dan berkualitas namun metode ini membutuhkan perawatan yang sangat detail karena tanaman harus selalu dikontrol dan nutrisi yang tepat untuk menghindari gagal panen yang bisa menyebabkan kerugian yang sangat besar.

Berbagai jenis tanaman yang dapat dikembangkan dengan teknik hidroponik. Beberapa jenis tanaman tersebut diantaranya kangkong, kailan, sawi, bayam, pakcoy, selada dan seledri. Selain itu tanaman seperti mentimun, tomat, paprika, cherry, cabai dan tomat juga dapat dibudidayakan dengan teknik ini. Berikutnya tanaman buah seperti stroberry, semangka dan melon serta tanaman hias seperti agloenema dan anggrek juga dapat dikembangkan dengan menggunakan teknik hidroponik ini.

B. Tahapan Berhidroponik

Tahapan hidroponik dapat diklasifikasikan menjadi lima (5) tahap sebagai berikut:

1. Penyemaian

Pada tahap penyemaian, siapkan bibit, air dan rockwool. Rockwool merupakan salah satu media hidroponik yang banyak digunakan. Rockwool biasanya terbuat dari bebatuan yang merupakan kombinasi batuan basalt, batu kapur, dan batu bara. Bebatuan ini dipanaskan kemudian mencair dan pada akhirnya membentuk serat-serat. Serat-serat ini kemudian dipotong untuk menjadi media tanam sesuai kebutuhan. Selain rockwool, terdapat banyak jenis media tanam lainnya. Pemilihan media tanam menyesuaikan dengan jenis tanaman yang akan ditanam. Beberapa media tanam lainnya diantaranya adalah arang sekam, kerikil, pasir, spons, kapas, dan lain-lain.

Dalam proses penyemaian, bibit direndam. Bibit yang dipilih harus diperhatikan agar dapat menghasilkan tanaman yang berkualitas. Bibit

direndam selama kurang lebih 15 menit. Sembari merendam bibit, potong rockwool dengan ukuran 3x3 cm. Setelah bibit selesai direndam, maka bibit disemai di rockwool yang sudah dipotong-potong tadi.



Perendaman bibit



Pemotongan rockwool



Bibit disemai di rockwool

Hasil semai terlihat seperti gambar berikut. Benih biasanya mulai berkecambah pada hari ke 3-7.



Gambar Hasil penyemaian

2. Pindah Tanam

Tahapan berikutnya adalah pindah tanam. Pada usia 3-4 minggu, bibit sudah pada tahap siap tanam dan biasanya pada usia ini, bibit sudah memiliki 3-4 daun. Pada tahap ini, tanaman dipindahkan ke tempat yang mendapatkan sinar matahari secara langsung. Beberapa hal juga harus diperhatikan pada proses pindah tanam, yakni:

- Bibit yang diambil hanya yang sehat dan tidak cacat
- Proses penanaman baiknya dilakukan pada sore hari
- Pemindahan dilakukan dengan membalikkan wadah semai



Tanaman dipindahkan ke wadah

3. Perawatan

Beberapa langkah perawatan budidaya hidroponik diantaranya meliputi:

- Pengairan

Sistem hidroponik sangat bergantung pada pengairan. Air yang digunakan harus sehat dan bersih agar bebas dari kuman dan penyakit yang bisa merusak tanaman. Idealnya, proses pengairan dilakukan sebanyak 2-3 kali sehari menyesuaikan dengan cuaca dan kebutuhan

- Pemupukan/ pemberian nutrisi

Pada tahapan ini, dilakukan pemberian nutrisi/pupuk pada tanaman. Nutrisi dan pupuk diberikan secara teratur dan disesuaikan dengan

- Sanitasi

Pada tahap untuk menjaga kesehatan tanaman, dilakukan proses pembersihan pada area tanam dan media tanam. Proses sanitasi idealnya dilakukan 2 hingga 4 kali seminggu.

- Perempelan

Proses perempelan merupakan proses membuang daun tanaman yang rusak, tua, atau berpenyakit agar tidak merusak keseluruhan tanaman

- Pengendalian hama dan penyakit.

Mengantisipasi hama dapat dilakukan mencabut tanaman yang dihinggapi ulat serta membalik-balikkan daun. Untuk pengendalian penyakit, dapat dilakukan dengan memilih benih unggul yang tidak mudah terserang penyakit.

4. Pemanenan

Pada tahap ini, tanaman siap untuk dipanen. Tanaman dikatakan siap panen jika sudah memasuki umur panen dan kriteria panen telah terpenuhi. Kriteria ini bervariasi sesuai dengan jenis tanaman. Dalam pemanenan tanaman dicabut dari media tanam dan kemudian sdibersihkan. Setelah dibersihkan, tanaman disimpan di tempat yang sejuk



Memanen tanaman

5. Pengemasan



Pengemasan hasil panen

Tahapan terakhir adalah tahap dimana tanaman yang sudah dipanen siap untuk dijual/ didistribusikan. Maka pada tahap ini, tanaman akan dikemas sesuai dengan takaran masing-masing dan sesuai kebutuhan.

C. Teknik-Teknik dalam Budidaya Hidroponik

Beberapa teknik yang diterapkan dalam berbudidaya dengan teknik hidroponik antara lain :

1. Sistem Air Statis/ Tidak mengalir

1) Sistem Sumbu

Sistem sumbu merupakan teknik yang paling sederhana. Sumbu akan berfungsi sebagai penghubung air yang ditampung pada wadah nutrisi dengan akar tanaman yang telah ditanam pada media pot. Pada sistem ini, akar tanaman tumbuh dalam media tanam dan tidak langsung tersentuh larutan nutrisi. Proses penyerapan air nutrisi terjadi akibat adanya gaya kapilaritas. Gaya kapilaritas adalah

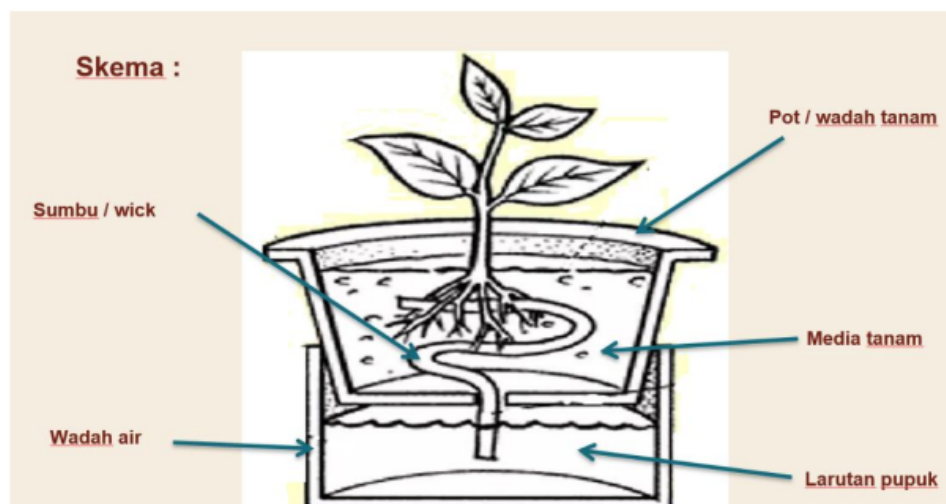
fenomena naik turunnya zat cair pada pipa kapiler atau pembuluh. Kelebihan dari sistem sumbu ini adalah sebagai berikut:

- Lebih Praktis dan ekonomis
- Suplai air dan nutrisi serta oksigen akan diperoleh tanaman secara berkelanjutan
- Lebih hemat energi karena tidak membutuhkan listrik

Selain kelebihan dari sistem sumbu ini, penggunaan air yang cenderung boros karena air yang terserap sumbu tidak kembali lagi ke wadah menjadi salah satu kekurangan dari teknik hidroponik dengan menggunakan sistem sumbu ini. Bahan yang dibutuhkan untuk untuk menanam hidroponik dengan sistem sumbu adalah sebagai berikut:

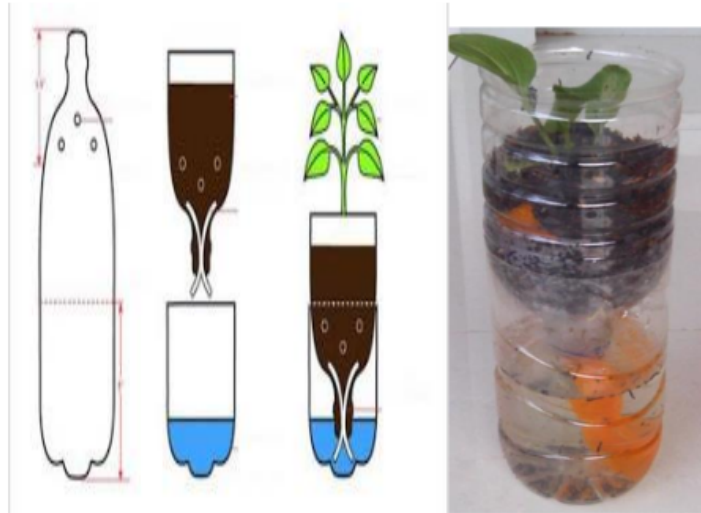
- Pot/ tempat menanam
- Media tanam
- Sumbu
- Wadah air

Sketsa/ gambar Hidroponik Sistem Sumbu



Gambar Hidroponik Sistem Sumbu

Sumber: <http://hydroponickamloops.com/hydroponicsystems.html>



Gambar Hidroponik Sistem Sumbu

Sumber : <https://u.osu.edu/ohio4hstem/2020/06/22/two-liter-herb-planter-challenge/>

2) Rakit Apung

Rakit apung diaplikasikan menggunakan styrofoam yang mengapung diatas permukaan larutan nutrisi yang terdapat dalam bak penampung. Tanaman ditanam pada lubang styrofoam yang telah dilengkapi dengan larutan nutrisi. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk teknik ini:

- Styrofoam
- Busa
- Bak/ wadah air

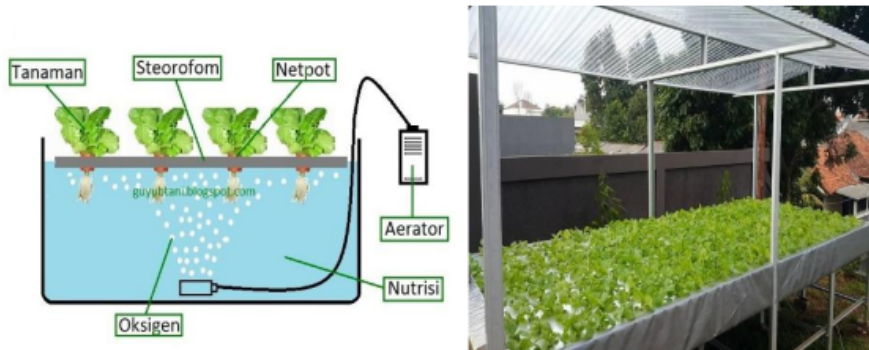
Kelebihan teknik ini adalah sebagai berikut:

- 1) Suplai air dan nutrisi akan diterima tanaman secara terus-menerus.
- 2) Penggunaan air dan nutrisi akan semakin hemat
- 3) Proses penyiraman menjadi tidak lagi diperlukan sehingga lebih memudahkan perawatan.
- 4) Membutuhkan biaya yang relatif murah.

Sedangkan kekurangan dengan teknik ini diantaranya adalah

- 1) Membutuhkan bantuan alat (aerator) sebagai pasokan oksigen pada tanaman.
- 2) Lebih rentan pembusukan pada akar tanaman

Sketsa Gambar Sistem Rakit Apung



Sumber : Materi Ibu Faurida dalam Forum Grup Discussion yang dilaksanakan pada tanggal 01 Oktober 2022

2. Sistem Air Mengalir

1) Sistem Pasang Surut

Cara kerja dari sistem pasang surut memiliki keunikan dimana air dan oksigen serta nutrisi diperoleh oleh tanaman melalui smpaan dari bak penampung yang dipompa melewati media yang selanjutnya kaan membasahi akar tanaman. Proses ini disebut proses pasang. Sedangkan pada proses surut akan terjadi dalam selang beberapa waktu air dan nutrisi akan turun kembali pada bak penampungan melewati media. Pengaturan waktu pasang dan surut dilakukan menggunakan timer. Hal ini akan sangat membantu dalam menjada kebutuhan tanaman sehingga tanaman tidak akan kekurangan air maupun kelebihan sehingga tanaman menjadi tergenang. Siklus pasang surut yang direkomendasikan tidak lebih dari 15 menit dan pastikan saat siklus pasang, larutan nutrisi dianggap cukup untuk membasahi media dan pada saat siklus surut, media kering dan tidak tergenang nutrsisi. Teknik pasang surut ini

merupakan teknik hidroponik yang cocok bagi pemula maupun yang sudah berpengalaman.

Bahan- bahan yang dibutuhkan untuk teknik pasang surut ini adalah sebagai berikut:

1. Media tanam
2. Timer
3. Pipa PVC
4. Pompa akuarium
5. Wadah air (ember)
6. Wadah tanaman (pot)

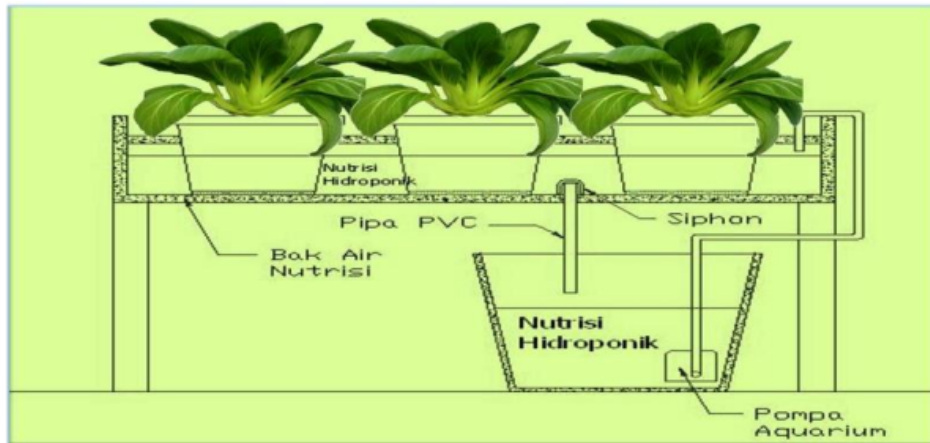
Teknik hidroponik sistem pasang surut memiliki beberapa kelebihan diantaranya :

- 1) Tanaman memperoleh suplai air, oksigen, dan nutrisi secara terus-menerus.
- 2) Perawatan menjadi mudah karena kita tidak perlu melakukan penyiraman.
- 3) Pertukaran oksigen lebih baik karena terbawa air pasang dan surut.

Sementara kekurangan yang terdapat pada teknik ini adalah:

- 1) Alat yang membutuhkan biaya relatif mahal.
- 2) Tergantung kepada aliran listrik.
- 3) Kualitas nutrisi tidak akan sebagus awalnya karena sudah dipompakan berkali-kali.

Sketsa Gambar Teknik Pasang Surut



Gambar Sketsa Teknik Pasang Surut

2) Sistem Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes merupakan satu diantara jenis alat hidroponik yang sederhana. Hal ini dikarenakan pada prinsipnya hanya memberikan air dan nutrisi dalam bentuk tetesan yang dilakukan secara terus-menerus sepanjang waktu. Agar tanaman dapat langsung menyerap air dan nutrisi yang diberikan, maka tetesan air dan nutrisi diarahkan pada daerah perakaran tanaman. Teknik ini cocok untuk tanaman berukuran besar yang biasanya membutuhkan waktu panjang untuk tumbuh.

Alat- alat yang dibutuhkan untuk teknik ini diantaranya:

- Selang air
- Pompa akuarium
- Dripper
- Pot/ Polybag
- Media tanam
- Ember/ wadah air

Kelebihan pada teknik ini adalah sebagai berikut:

- 1) Tanaman mendapat suplai air dan nutrisi secara terus-menerus.
- 2) Menghemat air dan nutrisi sebab diberikan sedikit demi sedikit.

3) Biaya yang diperlukan relatif agak mahal.

Sementara terdapat kekurangan dalam menggunakan sistem ini yakni:

- 1) Oksigen akan sulit didapat tanaman jika media terlalu padat.
- 2) Pengecekan rutin pada dripper karena kadang terjadi macet akibat penyumbatan pada dripper

Skema Gambar Sistem Irigasi Tetes



Gambar Sistem Irigasi Tetes

Sumber: <https://id.scribd.com/presentation/446808157/sistem-fertigasi>



Gambar Sistem Irigasi Tetes

Sumber: <https://www.hydroponicschina.com/dutch-bucket-system>

3) Nutrient film technique (NFT)

NFT merupakan singkatan dari Nutrient Film Technique yang diartikan sebagai suatu teknologi hidroponik dengan cara meletakkan akar tanaman pada lapisan campuran air dan nutrisi dangkal yang disirkulasikan secara terus-menerus sehingga tanaman mendapatkan cukup air, oksigen dan nutrisi. Metode NFT bagus dilakukan untuk berbagai sayuran hijau dan saat ini sangat sering digunakan dalam bisnis skala besar. Untuk mendapatkan hasil panen yang baik, perawatan dengan sistem ini sangat ketat dan intensif.

Dalam sistem NFT perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- kemiringan talang,
- lebar talang yang memadai untuk menghindari terbungungnya larutan nutrisi
- kecepatan aliran masuk tidak boleh terlalu cepat

Beberapa alat yang dibutuhkan diantaranya sebagai berikut:

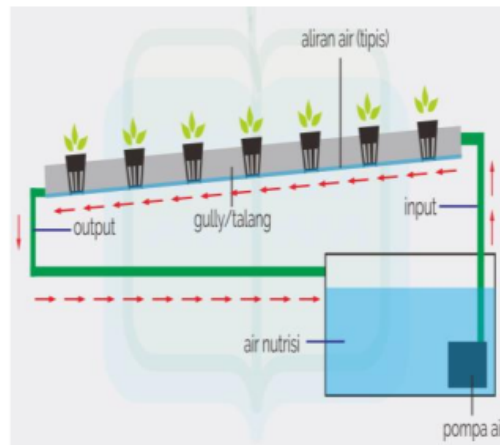
- Talang air
- Pompa akuarium
- Pipa PVC / talang
- Sterofoam Pompa akuarium
- Busa
- Ember atau wadah air

Kelebihan pada teknik NFT adalah

- 1) Lebih menghemat air dan nutrisi.
- 2) Tanaman mendapat suplai air, oksigen, dan nutrisi terus-menerus.
- 3) Mempermudah perawatan

Sementara kelemahannya adalah sebagai berikut:

- 1) Jika salah satu tanaman terserang penyakit maka satu talang tanaman akan terserang juga, bahkan bisa dalam 1 alat semua menjadi tertular.
- 2) Alat ini sangat bergantung pada listrik, jika tidak ada aliran listrik maka alat ini tidak bisa bekerja
- 3) Biaya yang diperlukan relatif mahal



Gambar Aplikasi NFT

Sumber: <http://hidroponikpedia.com>

4) Aeroponik

Aeroponik yaitu sistem bertanam dengan akar tergantung bebas di udara. Tanaman mendapatkan nutrisi melalui air yang disemprotkan yang berbentuk kabut dan disemprotkan menggunakan nozzel. Proses penyemprotan diarahkan ke akar tanaman dan proses ini dinilai dapat mempercepat penyerapan nutrisi oleh tanaman. Penyemprotan diatur dengan batas waktu tertentu. Terdapat bak untuk menampung nutrisi serta air yang nanti akan digunakan Kembali untuk penyemprotan.

Alat-alat yang dibutuhkan untuk sistem bertanam dengan teknik aeroponic yaitu bak penampungan air, sterofoam, nozzle, pompa aquarium, dan pipa.

Alat-alat yang dibutuhkan untuk sistem bertanam dengan teknik aeroponic yaitu:

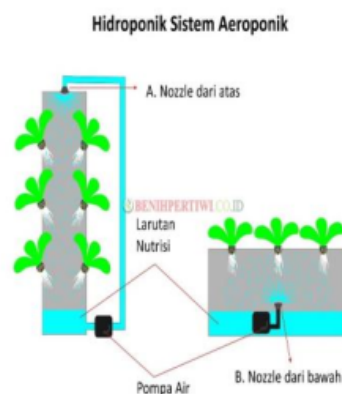
- Bak/ wadah air
- Pompa akuarium
- Pipa PVC
- Sterofoam
- Nozzel

Kelebihan dari sistem aeroponik adalah sebagai berikut:

- 1) Asupan oksigen, nutrisi, dan air didapat secara berkelanjutan
- 2) Penggunaan air dan nutrisi tidak terlalu banyak
- 3) Perawatan lebih ringan
- 4) Penyerapan nutrisi lebih cepat
- 5) Waktu panen singkat
- 6) Memiliki nilai estetik karena tanaman tergantung

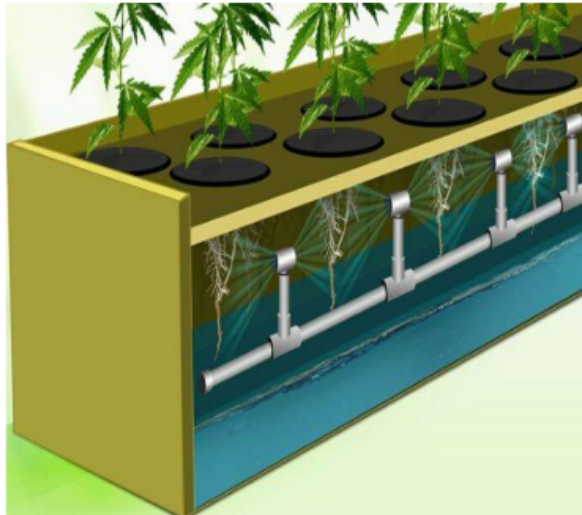
Kelemahan sistem ini adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya yang relatife tinggi.
- 2) Membutuhkan listrik.



Gambar Skema Sistem Aeroponik

Sumber: Benih Pertiwi.co.id



Gambar Skema Sistem Aeroponik

Sumber : <https://steemit.com/>

D. Pupuk/ Nutrisi untuk Tanaman Hidroponik

Bagian penting yang juga perlu diperhatikan dalam bertanam hidroponik adalah pemberian nutrisi pada tanaman. Untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman, maka tanaman harus diberikan pupuk. Nutrisi untuk tanaman yang dibudidayakan dengan metode hidroponik terdiri atas nutrisi unsur makro dan mikro. Umumnya, pupuk yang banyak dipakai dalam budidaya metode hidroponik adalah AB-mix



Gambar Nutrisi tanaman hidroponik

E. Media Tanam Budidaya Hidroponik

Budidaya hidroponik dapat diterapkan pada beberapa media tanam yang dengan mudah dapat ditemui pada lingkungan sekitar. Pemanfaatan media seperti spons, kapas atau gabus dapat dijadikan sebagai media tanam dalam budidaya hidroponik ini. Media tanam dijadikan sebagai tempat menopang tanaman agar berdiri tegak. Hal ini bertujuan agar tanaman berdiri tegak, dan tidak mudah rusak maupun roboh. Media tanam yang baik dalam budidaya hidroponik memiliki beberapa kriteria diantaranya dapat menyediakan suply air, zat hara, dan oksigen serta terhindar dari zat yang mengandung racun berbahaya bagi tanaman. Beberapa kriteria lain diantaranya adalah media tanam dapat menyimpan kandungan air. Hal ini dapat menjaga tanaman agar mendapatkan suplai air secara terus menerus dari air yang tersimpan pada media tanam. Selain itu media tanam juga tidak mudah berubah bentuk dan mudah kering saat terjadi perubahan suhu pada ruang. Kandungan kapur atau unsur kalsium serta tidak memiliki hama atau penyakit juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan media tanam pada budidaya hidroponik.

Beberapa media tanam hidroponik diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Rockwool

Bentuk dari rockwool adalah menyerupai busa, dan memiliki serabut-serabut halus. Karena bentuknya seperti busa menjadikan bobot dari media ini sangat ringan. Serat atau serabut halus ini terbentuk dari lelehan batuan basalt yang dipanaskan yang kemudian mencair. Rockwool memiliki komposisi yang baik antara air dan udara yang disimpan sehingga menjadikan media rockwool ini lebih populer dan banyak digunakan oleh para petani hidroponik.

Gambar berikut menunjukkan bentuk media tanam menggunakan rockwool dan bentuk tanaman yang sudah tumbuh pada media tanam rockwool yang selanjutnya dipindahkan ke wadah tanam.



Gambar Bentuk Media Tanam Hidropik Menggunakan Rockwool

Sumber: <https://www.hydroponics.net/learn/rockwool.php>



Gambar Tanaman yang sudah Tumbuh melalui
Media Tanam hidroponik menggunakan Rockwool

Sumber : <https://kennedyguan.en.made-in-china.com>

Berdasarkan sejarahnya Edward Parry merupakan tokoh yang pertama membuat pada tahun 1840. Penggunaan media tanam rockwool dalam budidaya tanaman hidroponik memiliki keunggulan yang lebih ramah lingkungan. Selain itu rockwool memiliki daya tampung 14 kali dibandingkan dengan media tanah. Rockwool juga dapat meminimalisir dalam penggunaan disinfektan serta penggunaan pupuk menjadi lebih optimal. Rockwool selain mampu menyerap pupuk cair juga mampu

menyerap udara yang berperan penting dalam pertumbuhan akar yang sekaligus dapat memaksimalkan penyerapan unsur hara. Sedangkan kekurangan dari rockwool sendiri terletak pada unsur dari pembuatan rockwool tersebut yaitu mineral alkali dan alkali tanah yang terdapat pada bebaturan yang menyebabkan tingginya pH dari rockwool tersebut.

2. Cocopeat

Media tanam hidroponik berikutnya yaitu cocopeat yang berasal dari serbuk sabut kelapa. Selain ramah lingkungan, daya serap dari cocopeat juga sangat tinggi dengan rentang pH antara 5,0 – 6,8. Penggunaan cocopeat sebagai media tanam hidroponik cukup stabil serta pertumbuhan akar tanaman juga sangat bagus. Cocopeat juga dapat dicampur dengan sekam bakar dengan nilai perbandingan kedua bahan adalah 50 : 50. Percampuran tersebut dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan aerasi pada cocopeat tersebut. Tinggi rendahnya tingkat aerasi berpengaruh pada kemampuan akar dalam menyerap oksigen. Semakin tinggi tingkat aerasi semakin baik oksigen diserap oleh akar, sebaliknya semakin rendah tingkat aerasi berarti daya serap oksigen pada akar menjadi kurang baik. Gambar berikut menunjukkan media tanam hidroponik dengan cocopeat



Gambar Media Tanam hidroponik menggunakan cocopeat

Sumber: <https://www.indiamart.com>

Tanaman dapat beradaptasi dengan baik pada cocopeat karena tekstur dan bentuk cocopeat lebih menyerupai tanah dengan butiran yang halus. Selain itu cocopeat juga memiliki kandungan *trichoderma molds* yaitu sejenis enzim dari jamur yang membantu dalam pengurangi penyakit dalam tanah. Berikut beberapa kelebihan dari cocopeat yaitu :

a. Cocopeat memiliki daya serap yang baik

Daya serap air pada cocopeat sangat baik yaitu sebesar 10 kali lebih baik dibandingkan dengan media tanam konvensional. Cocopeat dapat menyerap dan menyimpan air dalam jumlah yang banyak. Hal ini memberikan dampak positif terhadap akar tanaman yang dapat terhidrasi dengan baik sehingga terhindar dari kekeringan.

b. Cocopeat lebih ramah lingkungan

Jika sudah tidak digunakan lagi, cocopeat dapat tergradasi dengan baik dalam tanah. Daur ulang pada cocopeat juga dapat dilakukan sebelum memulai penanaman kembali.

c. Cocopeat tidak disukai hama

Hama-hama tertentu tidak suka berada dalam cocopeat sehingga tanaman lebih terlindungi dan terhindar dari serangan hama.

d. Cocok bagi pemula

Cocopeat dapat menjadi solusi bagi pemula yang memulai budidaya hidroponik. Hal ini dikarenakan bentuk dan tekstur dari cocopeat yang lebih menyerupai tanah.

Selain kelebihan tersebut, terdapat beberapa kekurangan dari media tanam hidroponik menggunakan Cocopeat ini diantaranya adalah cocopeat dapat menahan air dalam waktu yang lama maka perlu dilakukan pemilihan tanaman karena jenis tanaman yang tidak suka basah seperti tanaman kol dan brokoli tidak cocok ditempatkan pada cocopeat. Selain itu perlu penambahan unsur hara atau inert untuk mendukung pertumbuhan tanama karena cocopeat tidak memiliki kandungan seperti tanah meski teksturnya mirip.

3. Hydroton

Hidroton memiliki bentuk yang bulat dan tidak memiliki sudut serta terdapat pori-pori pada permukaannya. Biasanya ukuran dari sebuah hydroton adalah berkisar antara 1 – 2,5 cm. Pori-pori ini berfungsi sebagai penyerap nutrisi (air). Bentuk hydroton yang bulat ini dapat mengurangi resiko kerusakan pada akar tanaman dan menjaga ketersediaan oksigen bagi akar. Penggunaan hydroton dapat dipakai secara berulang-ulang. Proses penggunaan hydroton berikutnya adalah dengan mencuci terlebih dahulu dari kotoran, alga ataupun lumut yang menempel pada hydroton ini.



Gambar Media Tanam hidroponik menggunakan Hydroton

Sumber: <https://www.amazon.in>



Gambar Tanaman yang sudah ditumbuh pada Media Tanam Hidroponik menggunakan Hydroton

Sumber: <https://ivypanda.com/>

Berikut beberapa langkah proses pembuatan Hydroton yaitu sebagai berikut :

- a. Pembuatan hydroton dimulai dengan menyiapkan tanah liat yang sudah dikeringkan. Tanah liat kering ini selanjutnya dihaluskan agar teksturnya menjadi halus atau lempung. Tambahkan air untuk membuat adonan yang tidak terlalu lembek karena kebanyakan air.
- b. Adonan tanah liat selanjutnya dibentuk. Bentuklah seperti bola-bola kecil berukuran 2-4 mm, 4-8 mm, dan 8-12 mm.
- c. Hasil bulatan selanjutnya dikeringkan selama 1 sampai dengan 2 minggu pada terik matahari. Pengeringan dilakukan dengan tujuan agar kadar air berkurang sehingga proses pembakaran menjadi lebih cepat.
- d. Adonan yang sudah kering selanjutnya dilakukan proses pembakaran. Hidroton dibakar pada tanur dengan suhu 550 °C selama 2 jam menggunakan tungku berbahan aktif.
- e. Hydroton yang telah matang dengan ciri agak kemerahan selanjutnya direndam dengan air bersih. Tujuan perendaman hydroton tersebut adalah menghilangkan sisa abu pembakaran serta debu yang menyumbat pori-pori juga dapat dibersihkan.
- f. Setelah hidroton bersih maka siap di aplikasikan ke tanaman.

Hydroton dapat diuji dengan cara menjatuhkannya dari ketinggian lebih kurang 5 meter. Jika hydroton yang jatuh tersebut pecah mengindikasikan bahwa proses pembakaran belum sempurna khususnya daala pencampuran kayu magnesium dolomite pada adonan. Dedak dan kapas juga dapat menjadi bahan campuran untuk menghasilkan hydroton yang lebih ringan.

4. Sekam bakar

Media hidroponik lain yang populer digunakan adalah sekam bakar. Sekam bakar memiliki tingkat aerasi yang baik, ramah lingkungan dan pH pada sekam bakar lebih netral sehingga sangat cocok bagi

pertumbuhan akar tanaman. Sekam bakar juga menjadi campuran media hidroponik lain seperti cocopeat.



Gambar Tanaman yang sudah ditumbuh pada Media Tanam Hidroponik menggunakan Sekam Bakar

Penggunaan sekam bakar umumnya digunakan untuk tanaman hidroponik berupa mentimun, tomat, dan paprika. Tanaman sayuran seperti kangkung dan popcoy juga dapat menggunakan sekam bakar ini. Beberapa manfaat penggunaan sekam bakar diantaranya adalah :

- a. Memiliki porositas tinggi dan ringan sehingga menjadikan tanah tetap gembur.
- b. Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman.
- c. Sekam bakar dapat mengatur pH tanah sehingga menjadi lebih stabil.
- d. Sekam bakar juga dapat menyuburkan tanaman dan tanah.
- e. Sekam bakar dapat menjadi absorban yang dapat meminimalkan jumlah mikroba patogen.
- f. Sekam bakar dapat meningkatkan daya serap tanah terhadap air,

Penggunaan sekam bakar sebagai media tanam hidroponik memiliki beberapa kelebihan antara lain lebih steril, bersih dan ringan. Harga dari sekam bakar juga relatif lebih murah dengan bahan utama yang mudah diperoleh serta bebas dari kutu yang terdaoat dalam tanah.

5. Perlite

Perlite terbuat dari batuan silika yang diproses dengan cara dipanaskan pada suhu tinggi. Tingkat aerasi pada perlite cukup bagus dengan pH netral dan bobot yang mirip dengan busa dan styrofoam sehingga menjadikan perlite sangat. Daya serap air pada perlite cukup baik yang dapat mengopmalkan pertumbuhan pada akar tanaman.



Gambar Media Tanam hidroponik menggunakan Perlite



Gambar Tanaman yang sudah ditumbuh pada Media Tanam Hidroponik menggunakan Sekam Bakar

Sumber: <https://www.hydroponicschina.com>

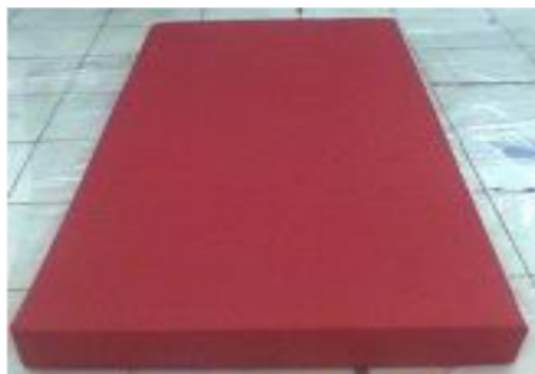
Kelebihan media tanam hidroponik menggunakan perlite diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Tingkat aerasi pada perlite cukup bagus dalam pertumbuhan akar tanaman.
- b. Perlite memiliki pH yang stabil dan netral.
- c. Perlite memiliki berat seperti gabus sehingga lebih ringan.
- d. Daya serap air pada perlite cukup tinggi

6. Spons

Spons dapat dijadikan sebagai media tanam hidroponik karena memiliki pori yang cukup besar. Adanya pori pada spons menjadi sarana dalam mengalirkan air nutrisi ke akar tanaman. Selain memiliki bobot yang ringan keuntungan menggunakan spons sebagai media tanam adalah mudah dalam pengaplikasiannya, mudah dipindahkan serta mudah dalam penempatannya.

Kemampuan menyerap dan menahan air cukup tinggi pada media tanam hidroponik dengan spons ini dimana dapat bertahan selama kurang lebih dua minggu. Selain itu spons lebih kebal terhadap gangguan jamur yang dapat merusak tanaman. Spons terbuat dari bahan selulosa yang dicampur dengan kristal natrium sulfat. Karakteristik dari spons adalah menyerap air, poreus dan sangat ringan. Penggunaan media ini dalam berhidroponik adalah untuk menjepit tanaman agar tanaman bisa berdiri kokoh.



Gambar Media Tanam hidroponik menggunakan Spons

Beberapa keuntungan lain dari spons adalah mudah diperoleh dengan harga yang sangat terjangkau. Namun demikian, daya tahan spons tersebut tidak dapat bertahan lama dikarenakan bahan spons yang mudah hancur dalam pemakaiannya. Spons mesti segera diganti jika sudah tidak layak untuk digunakan. Umumnya spons sebagai media tanam hidroponik digunakan untuk tanaman hias dan bunga potong dimana penggunaannya hanya bersifat sementara.

7. Vermikulit

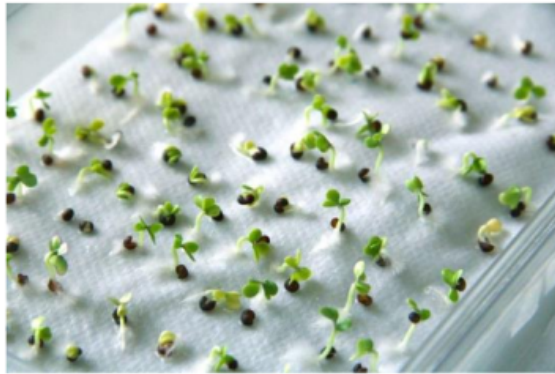
Media tanam hidroponik dengan vermilukit terbuat dari hasil pemanasan kepingan mika dengan kandungan potasium dan helium. Vermikulit berbentuk seperti kerang laut dan bila dibandingkan dengan perlite daya serap air nya lebih tinggi. Pembibitan maupun pertumbuhan tanaman sangat baik diaplikasikan menggunakan vermiculit karean pemasan yang terjadi pada kepingan-kepingan mika tersebut menghasilkan mineral yang berbmanfaat bagi tanaman. Keuntungan vermiculit lainnya dapat meningkatkan volume karena dengan bobot yang lebih berat dapat menopang tanaman dengan baik.



Gambar Media Tanam Hidroponik Menggunakan vermiculit

8. Kapas

Kapas dinilai memberikan nutrisi yang sangat maksimal pada tanaman hidroponik karena kemampuan kapas sangat baik dalam menyerap air. Oleh karena itu, media tanam ini cukup sering digunakan petani hidroponik. Keuntungan lain dari penggunaan media kapas ini juga mudah diperoleh.



Gambar Media Tanam Hidroponik Menggunakan kapas

9. Batang dan akar pakis

Tanaman pakis ternyata juga dapat dijadikan sebagai media tanam hidroponik. Media tanam pakis ini terdiri atas batang pakis warna hitam dan coklat. Media tanam ini berupa potongan-potongan batang pakis yang disebut sebagai cacahan pakis. Kelebihan dari menggunakan batang pakis adalah media tanam ini memiliki *drainase* yang baik serta mudah untuk mengikat atau menyerap air.



Gambar Media Tanam Hidroponik Menggunakan batang dan akar pakis

10. Moss

Media tanam yang berasal dari paku-pakuan disebut juga dengan moss. Kelebihan dari media tanam moss adalah media tanam ini mampu mengikat air dengan baik, memiliki *drainase* yang baik dan memiliki rongga yang banyak. Dikarenakan kelebihan tersebut, media tanam ini dianggap sebagai salah satu media tanam yang baik untuk budidaya tanaman hidroponik.



Gambar Media Tanam Hidroponik Menggunakan moss

11. Pumice

Pumice merupakan batu-batuan basalt berwarna putih pucat yang dihasilkan oleh gunung berapi yang Meletus. Dari segi bentuk dan kelebihan, pumice ini memiliki bentuk seperti kerikil. Pumice biasanya diaplikasikan dengan mencampurnya dengan media tanam lainnya. Hal ini bertujuan agar lebih mudah menyerap air dan menghasilkan hasil yang maksimal. Media tanam pumice cocok digunakan untuk jenis tanaman seperti kaktus, bonsai, dan anggrek.



Gambar Media Tanam Hidroponik Menggunakan pumice

12. Hydrogel

Media tanam ini berbentuk seperti kristal polimer biasanya dipakai sebagai media tanam dalam budidaya tanaman hias. Kriteria tanaman yang dapat ditanam menggunakan hydrogel adalah tanaman indoor, tanaman harus tahan terhadap kelembaban dan genangan air serta tidak memiliki bunga dan kayu. Kelebihan dari media tanam ini adalah tidak diperlukan menyiram yang intens atau memupuk tanaman sehingga proses pembudidayaan tanaman menjadi lebih efisien. Selain itu, hydrogel membuat tanaman menjadi terlihat lebih estetik dikarenakan warna-warninya.



Gambar Media Tanam Hidroponik Menggunakan hydrogel

DAFTAR REFENSI

- Annisa, A. (2001). Sejarah Revolusi Industri dari 1.0 sampai 4.0. *Artikel Mahasiswa Sistem Telekomunikasi*, 1(January), 2–3. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20215.24488>
- Aqib, M. (2016). *Web Controlled Servo using Arduino and Wi-Fi*. Circuit Digest. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/iot-web-controlled-servo-motor>
- Aurelia, N. (2022). *5 Manfaat Penerapan IOT di Sektor Pertanian*. Smart City Indo. <https://www.smartcityindo.com/2022/04/5-manfaat-penerapan-iot-di-sektor.html#:~:text=Teknologi Internet of Things>
- Fibriani, I., & Widjonarko, W. (2020). Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Kopi Untuk Smart Greenhouse Menggunakan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things. *INAJEEE Indonesian Journal of Electrical and Eletronics Engineering*, 3(1), 10–14. <https://doi.org/10.26740/inajeee.v3n1.p10-14>
- Kristianto, D. (2021). *Internet of Things (IoT) dan Industri 4.0 : Peluang dan Tantangan Bagi Organisasi*. Kementerian Keuangan RI. [https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/13902/Internet-of-Things-IoT-dan-Industri-40-Peluang-dan-Tantangan-Bagi-Organisasi.html#:~:text=Internet of Things \(IoT\) dan Industri 4.0 merupakan sebuah konsep,pertukaran data yang sangat cepat](https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/13902/Internet-of-Things-IoT-dan-Industri-40-Peluang-dan-Tantangan-Bagi-Organisasi.html#:~:text=Internet of Things (IoT) dan Industri 4.0 merupakan sebuah konsep,pertukaran data yang sangat cepat)
- Kusnandar, A. (n.d.). *Fakultas Komputer Adit kusnandar TUGAS 1-88675543 REVOLUSI INDUSTRI 1.0 HINGGA 4.0*. 1–8.
- Mantik, H. (2022). Revolusi Industri 4.0: Internet of Things, Implementasi Pada Berbagai Sektor Berbasis Teknologi Informasi. *JSI (Jurnal Sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, 9(2), 41–49.
- Ratna, S. (2020). SISTEM MONITORING KESEHATAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Al Ulum Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.31602/ajst.v5i2.2913>
- Roidah, I. S. (2014). *Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik*. 1(2), 43–50.

Sejarah IoT. (2021). Telkom IoT. <https://www.telkomiot.com/blog/sejarah-iot/>

Wilianto, & Kurniawan, A. (2018). Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things. *Matrix*, 8(2), 36–41.

BAB IV

SECURITY INTERNET OF THINGS

A. Defenisi dan Sejarah Internet

“The Internet is the first thing that humanity has built that humanity doesn't understand, the largest experiment in anarchy that we have ever had.”
— Eric Schmidt CEO Google 2001–2011

"On the Internet, nobody knows you're a dog" is an adage and Internet meme about Internet anonymity which began as a caption to a cartoon drawn by Peter Steiner, published by *The New Yorker* on July 5, 1993



"On the Internet, nobody knows you're a dog."

Sumber: <https://www.plsteiner.com/cartoons>

Sejarah perkembangan internet dimulai pada tahun 1969 melalui program riset yang dikenal dengan sebutan APARNET oleh Departemen Pertahanan Amerika *U.S.* yang bernama *DARPA* merupakan singkatan dari *Defense Advanced Research Projects Agency* dengan ide besarnya yaitu bagaimana langkah untuk dapat menghubungkan sejumlah komputer sehingga dapat membentuk jaringan organik. Pada 1970, riset APARNET

telah berhasil menghubungkan lebih dari 10 komputer sehingga mereka bisa saling berkomunikasi dan membentuk sebuah jaringan. Tahun 1972, Roy Tomlinson berhasil menyempurnakan program e-mail yang ia ciptakan setahun sebelumnya untuk ARPANET. Di tahun yang sama, icon @ diperkenalkan sebagai lambang penting yang menunjukkan "at" atau "pada". Selanjutnya, tahun 1973 jaringan komputer ARPANET mulai dikembangkan ke luar Amerika Serikat. Hari bersejarah berikutnya adalah tanggal 26 Maret 1976, dengan berhasilnya Inggris mengirimkan e-mail dari Royal Signals and Radar Establishment di Malvern. Pada 1979, newsgroups pertama yang diberi nama USENET berhasil diciptakan oleh Tom Truscott, Jim Ellis dan Steve Bellovin.

Tahun 1981, terdapat gebarakan dari France Telecom dengan meluncurkan telpon televisi pertama, dimana orang bisa saling berkomunikasi jarak jauh dan terhubung melalui video untuk berkomunikasi satu dan yang lainnya. Disebabkan oleh jaringan komputer semakin hari semakin bertambah jumlahnya dan semakin besar, maka dibutuhkan sebuah protokol resmi yang diakui oleh semua jaringan. Sehingga dibentuklah Transmission Control Protocol atau TCP dan Internet Protokol atau IP pada tahun 1982.

Untuk menyeragamkan alamat di jaringan komputer yang ada saat itu, maka pada tahun 1984 diperkenalkan lah sebuah sistem nama domain, dikenal dengan nama DNS atau Domain Name System. Lebih dari 1000 komputer telah tersambung ke jaringan yang ada saat itu. Selanjutnya jumlah komputer yang tersambung ke jaringan meningkat 10 kali lipat menjadi 10.000 lebih pada tahun 1987. Jarko Oikarinen dari Finland menemukan dan sekaligus memperkenalkan IRC atau Internet Relay Chat pada tahun 1988. Dengan penemuan IRC ini, jumlah komputer yang saling terkoneksi kembali melonjak 10 kali lipat dalam setahun berikutnya.

Penemuan program editor dan browser untuk menjelajahi antara satu komputer dengan komputer lainnya, menjadi sejarah baru pada tahun 1990. Program inilah yang dikenal luas dengan istilah *World Wide Web* atau disingkat dengan *www*. Dengan terbentuknya jaringan internet ini semua data dan informasi yang kita butuhkan dapat kita akses dan cari, yang awalnya hanya bisa untuk mengirim pesan antar komputer saja saat ini sudah berkembang membentuk seperti sebuah jaringan sistem saraf yang

menghubungkan seluruh perangkat teknologi yang ada didunia saat ini. Kita sebagai penggunanya saja sudah sangat merasa bahwa internet ini menjadi salah satu kebutuhan kehidupan kita.

B. Apakah Internet Aman?

Berbicara mengenai pertanyaan apakah internet itu aman atau tidak ini seperti membicarakan sebuah pedang yang memiliki dua mata pisau karena internet memiliki sisi positif dan negatifnya yang bisa mempengaruhi penggunanya. Sehingga teretuslah pada tahun 2005 lahirnya hari Internet Aman Sedunia, yang selanjutnya diperingati di hari kedua, minggu kedua, di bulan kedua pada setiap tahunnya. Istilah *Safer Internet Day* atau hari internet aman sedunia, diselenggarakan dengan tujuan mempromosikan penggunaan teknologi digital yang positif dan aman, terutama di kalangan anak-anak dan remaja. Kampanye hari internet aman sedunia juga ditujukan untuk pada orang tua, guru, pendidik dan pekerja sosial, serta industri, para pembuat kebijakan dan politisi, untuk mendorong semua orang dalam menciptakan internet yang lebih baik.

Upaya untuk membuat sebuah internet sebagai media yang aman tentu menjadi tanggung jawab bersama. Setiap pengguna internet harus memastikan bahwa aktivitas yang dilakukan di media tersebut tidak membahayakan atau merugikan diri sendiri dan juga orang lain. Internet merupakan ruang publik, oleh karenanya terdapat etika bermedia digital yang harus dijaga dan diterapkan oleh setiap pengguna ketika berselancar di internet. Selain perilaku pengguna yang harus diatur, infrastruktur internet tidak kalah pentingnya untuk diatur dengan tegas terkait sirkulasi informasi, hingga regulasi perlu dipastikan dapat mendukung mewujudkan situasi yang kondusif. Dan tentu saja, harus dilihat berdasarkan kepentingan dan kemaslahatan warga.

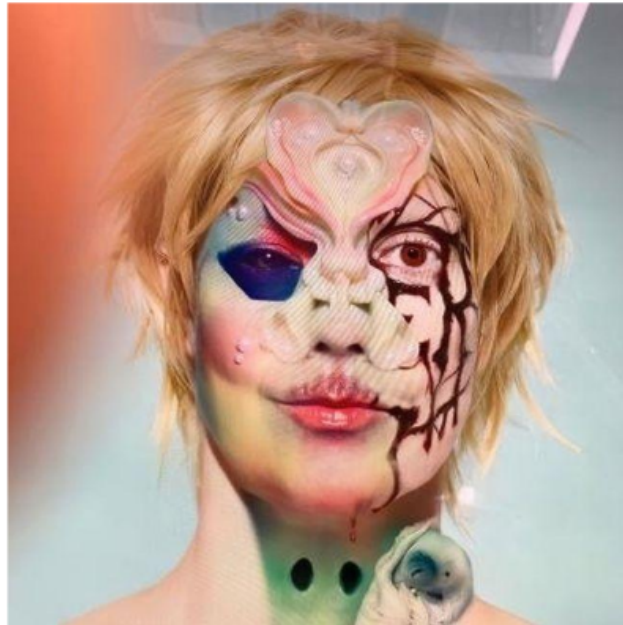
Sebagaimana kehidupan nyata, kehidupan maya di internet pun tidak bebas dari ancaman praktik jahat. Di kehidupan maya juga terdapat berbagai macam praktik kejahatan, misalnya: pengelabuan, persebaran informasi atau berita hoax dan disinformasi. Sebagian layanan yang terdapat di internet, mensyaratkan kita untuk memberikan data pribadi. Keadaan ini tentunya membuka peluang akan terjadinya tindak kejahatan, seperti: pencurian dan

penyalahgunaan data pribadi. Dampak dari penyelewengan ini tentunya dapat berakibat fatal, karena dapat menimbulkan kerugian finansial, sosial, bahkan nyawa yang akan mengancam kita.

Kita tentu pernah mendapat kiriman berbagai tautan asing dan mencurigakan di surel, media sosial, atau aplikasi-aplikasi yang terinstall di perangkat gawai kita, ini merupakan serangan-serangan yang dilakukan oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab. Perlu diketahui bahwa diantara tautan ini biasanya berisi jebakan-jebakan yang bertujuan untuk mengambil keuntungan dari data kita yang mampu mereka retas, sehingga dapat menimbulkan kerugian tersendiri untuk kita yang menjadi korban serangan ini. Sementara itu, kita juga tidak pernah tahu siapa pengirimnya dan bagaimana si pengirim bisa mendapatkan data-data kita seperti alamat email kital, media sosial kita, atau bahkan nomor telepon kita dapat mereka ketahui. Oleh karena itu, ketika kita membicarakan tentang internet aman atau tidak, maka kita juga sedang membicarakan tentang keamanan data-data pribadi kita yang sudah seharusnya kita harus berikan keamanan ganda dan kita juga diharapkan bijak menggunakan internet itu sendiri.

Sebagai pengguna internet sebenarnya langkah seperti apa yang perlu dilakukan untuk mengatasi hal-hal semacam diatas bisa kita hindari? Seperti tertulis pada slogan Safer Internet Day, *"Together for a better internet,"* maka diperlukan keterlibatan dan kontribusi dari berbagai pihak, baik warga, pemerintah maupun korporasi untuk mewujudkan internet yang aman dan terkendali. Perusahaan yang memiliki ranah bisnis di internet sudah seharusnya untuk menghormati dan melindungi setiap data pribadi pengguna yang menggunakan data pribadi didalam aplikasinya. Kita sebagai pengguna tentu saja tidak pernah tahu seperti apa data kita disimpan, dikelola, dan digunakan oleh perusahaan-perusahaan tertentu, misalnya saja seperti perbankan. Di satu sisi, harus ada kebijakan yang mengatur jelas dan tegas dari pemerintah bagaimana sebaiknya pengelolaan dan perlindungan data pribadi nasabah yang ada pada perbankan tersebut. Karena nasabah memiliki hak atas data pribadinya, maka warga perlu tahu sejauh mana data mereka digunakan oleh pihak perbankan. Dan sudah seharusnya setiap nasabah diperbolehkan untuk menolak penggunaan setiap data pribadinya apabila hal itu berpotensi memicu timbulnya kerugian, baik materil ataupun immateril.

Akhir-akhir ini dapat kita melihat bagaimana serangan bjorka terhadap sistem website pemerintah indonesia dan beberapa data pribadi pejabat republik indonesia yang membuat kegaduhan secara nasional, ini membuktikan betapa pentingnya kita menjaga data penting pribadi kita



Gambar bjorka

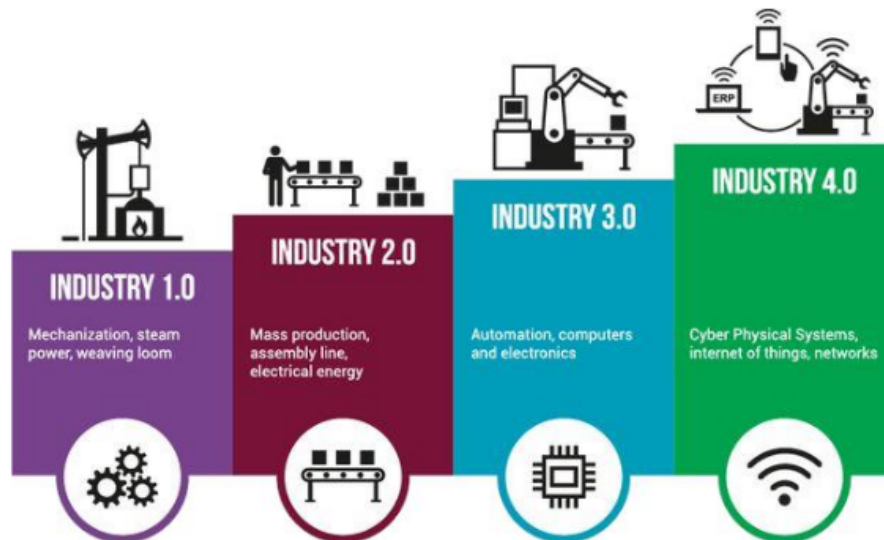
Sumber: <https://www.detik.com/>

C. Revolusi Industri 4.0

Istilah revolusi industri 4.0 merupakan istilah yang muncul dari sebuah ide mendasar tentang adanya revolusi industri yang ke empat kalinya dan berkembang berdasarkan kebutuhan zaman saat ini. Istilah industri ini muncul saat diadakannya hannover fair pada tahun 2011 di Jerman. Dengan event tersebut, Jerman memiliki tujuan untuk mampu senantiasa menjadi yang terdepan dalam perkembangan dunia manufaktur.

Revolusi industri 4.0 tersebut merupakan satu diantara bagian kebijakan rencana pembangunan yang ada di jerman itu sendiri, yang disebut dengan istilah *High-Tech Strategy 2020*. Melalui kebijakan tersebut beberapa negara pun juga ikut andil dalam mewujudkan konsep revolusi ini.

Tujuannya tetap sama, meskipun dengan sebutan atau istilah yang berbeda-beda pada berbagai negara yaitu untuk mampu meningkatkan daya saing industri setiap negara dalam menghadapi pasar global yang begitu dinamis dan berkembang sangat cepat. Sebutan untuk revolusi industri di berbagai negara diantaranya yaitu: *Smart Factories*, *Industrial Internet of Things*, *Smart Industry*, *advanced manufacturing*.



Gambar Perkembangan Revolusi Industri

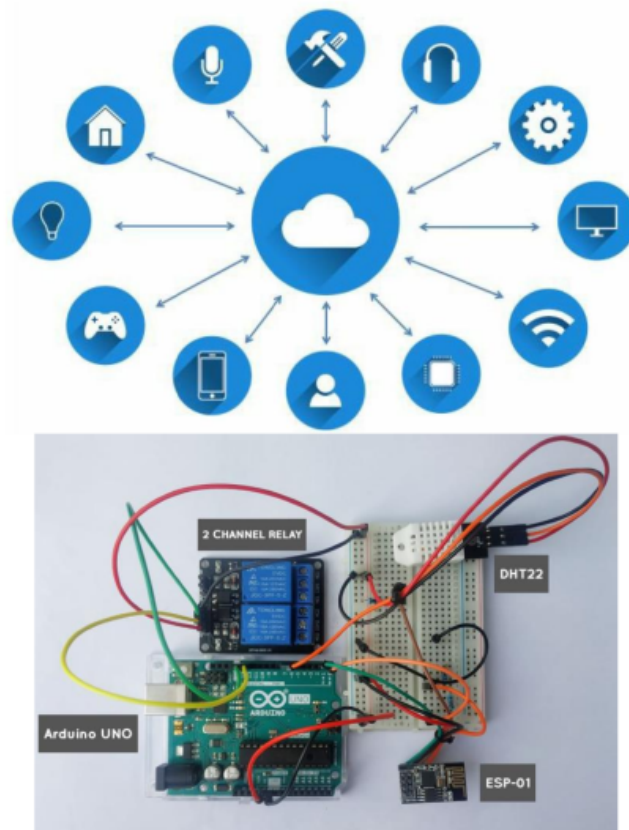
Sumber: <https://www.elsist.biz/en/industry-4-0/>

Dalam sebuah referensi perkembangan ilmu pengetahuan pada Abad 21 saat ini disebut dengan era industri 4.0. Yang mana dalam perkembangan era ini seluruh alternatif yang biasa dapat digunakan untuk langkah pemenuhan kebutuhan-kebutuhan kehidupan dalam berbagai pendapat lebih berbasis pada ilmu pengetahuan. Yang terdiri dari beberapa bidang yaitu pendidikan, ekonomi, masyarakat maupun dalam bidang industri itu sendiri. Hal ini dipicu oleh lahirnya sains dan teknologi komputer yang dapat berdampak dengan industri. Selain itu, di era industri 4.0 ini juga muncul beberapa dampak diantaranya yaitu informasi tersedia dimana saja dan kita bisa mengaksesnya kapan dan dimana saja, komputasi dan data yang semakin cepat bisa terakses, otomatisasi peralatan industri yang menggantikan pekerjaan-pekerjaan rutin manusia serta komunikasi yang dapat dilakukan kapan dan dimana saja yang kita inginkan.

Dan sebuah artikel juga disampaikan berbagai macam pendapat mengenai perkembangan revolusi industri 4.0 ini, dimana salah-satunya yaitu menurut Angela Merkel yang mengatakan bahwasannya revolusi industri 4.0 ini merupakan perubahan secara menyeluruh secara utuh dari seluruh aspek dalam dunia industri melalui adanya perkawinan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional yang membuat teknologi menjadi bagian penting dari berjalannya sebuah industri. dan menurut Schlehtendahl, menyampaikan bahwasannya revolusi industri 4.0 ini merupakan zaman yang menekankan unsur kecepatan, ketepatan dari ketersediaannya informasi yang mana dalam suatu lingkup kerja industri selalu mampu terhubung satu dan yang lainnya dan berbagi informasi satu dengan yang lain. Dalam bacaan lain yang membahas mengenai revolusi industri 4.0 ini, juga dijelaskan bahwasannya revolusi industri 4.0 ini merupakan suatu istilah yang dipakai dalam era dimana era tersebut memiliki ciri khusus bertemu dan terjadinya pemanfaatan teknologi digitalisasi dan juga kecerdasan buatan secara kuat dalam berbagai aspek kehidupan manusia yang bisa kita sebut sudah berdampak dan merasa sangat membutuhkan, termasuk juga dengan aspek pendidikan. Dalam suatu artikel juga dituliskan di dalamnya bahwa Hoyles dan Lagrange menyatakan bahwa teknologi digital ini merupakan suatu hal yang mampu menawarkan daya tarik yang luar biasa dalam pembelajaran terkait efektifitas dan efisiensi sistem pendidikan di dunia. Dari beberapa penjelasan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwasannya revolusi industri 4.0 ini merupakan suatu era perubahan dari berbagai sektor kehidupan dan industri itu sendiri yang ditandai dengan adanya perkembangan secara terus-menerus dalam berbagai bidang teknologi informasi yang mempercepat penyebaran data dan informasi atau lebih dikenal dengan sebutan era digitalisasi.

D. Internet of Things (IoT)

lingkungan perangkat fisik (Hardware) seperti peralatan rumah tangga, perangkat elektronik, sensor, dll. yang disematkan dengan program perangkat lunak (software) dan kartu antarmuka jaringan (network Interface) untuk membuatnya mampu terhubung dan berkomunikasi dengan jaringan.



Gambar System Kontrol peralatan rumah tangga

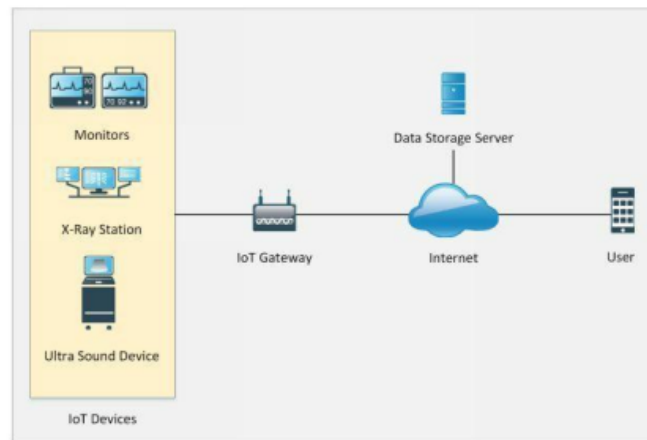
Sumber: <https://www.sigcorp.com/it-services/cloud-migration/>

Teknologi IoT membutuhkan identitas yang unik. Identitas unik mengacu pada alamat IP (IPv4 maupun IPv6) IP versi 4, alamat 32-bit diberikan ke setiap node jaringan untuk identifikasi sementara di IP versi 6, 128 bit diberikan ke setiap node untuk identifikasi unik. IPv6 merupakan versi lanjutan dari IPv4 yang dapat mengakomodasi munculnya popularitas internet, peningkatan jumlah pengguna, dan sejumlah perangkat dan kemajuan dalam jaringan.

Bagaimana cara kerja Internet of Things (IoT)?

Perangkat IoT dapat menggunakan gateway IoT untuk berkomunikasi dengan internet, atau mungkin secara langsung berkomunikasi dengan internet. *controlled equipment, logic controller dan advanced programmable*

electronic circuits membuat mereka mampu berkomunikasi dan dikendalikan dari jarak jauh.



Gambar Perangkat gateway IoT

Model Komunikasi IoT

Model Perangkat-ke-Perangkat (*Device-to-Device Model*)

Contoh :

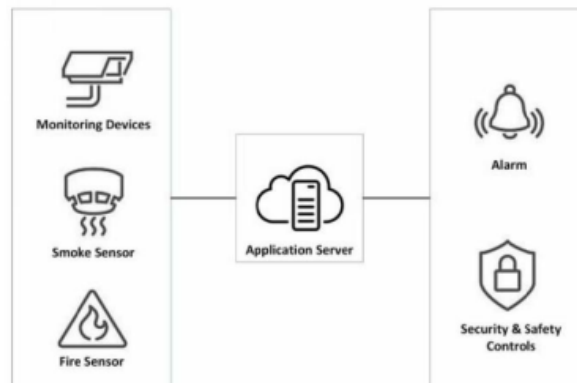


Gambar Model *Device-to-Device Model*

Dalam model komunikasi dari perangkat-ke-perangkat atau *Device-To-Device Communications*. Komunikasi ini melibatkan dua atau lebih perangkat yang terhubung. Komunikasi tersebut tidak melalui server atau bahkan aplikasi perantara. Model jenis ini dapat berkomunikasi melalui berbagai jaringan, termasuk jaringan lokal atau Internet. Penerapannya ada pada Bluetooth, 40 Z Wave, 41 atau ZigBee 42 berkomunikasi dari perangkat-ke-perangkat.

Device-to-Cloud Model

Contoh :

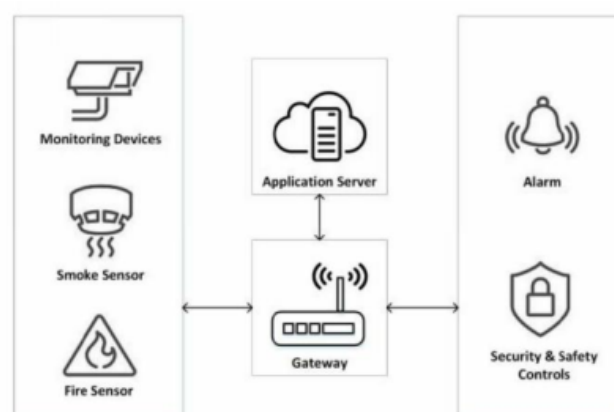


Gambar *Device-to-Cloud Model*

Model komunikasi perangkat-ke-cloud dapat terhubung ke layanan server sebagai penyedia aplikasi. Dari sana nantinya dipakai untuk bertukar data dan mengontrol jalannya data itu sendiri. Model ini mengandalkan kelebihan dari mekanisme komunikasi pada kabel Ethernet atau koneksi Wi-Fi. Untuk membuat koneksi antar perangkat dan jaringan IP, yang terhubung ke layanan cloud. Model komunikasi jenis device and cloud.

Device-to-Gateway Model

Contoh :

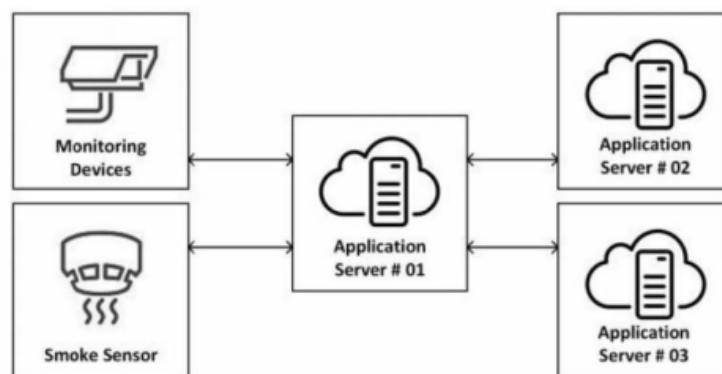


Gambar *Device-to-Gateway Model*

Dalam model perangkat-ke-gateway, atau nama khususnya adalah yaitu model *gateway-to-application-layer gateway* (ALG). Perangkat IoT terhubung lewat layanan ALG sebagai jalur menuju layanan cloud. Dalam penjelasan sederhana, tersedia software aplikasi yang beroperasi pada perangkat lokal. Menjadi perantara sekaligus menyediakan layanan keamanan dan fungsi lain seperti menerjemahkan data atau protokol.

Back-End Data-Sharing Model

Contoh :



Gambar *Back-End Data-Sharing Model*

Model Back-End Data-Sharing berkilat pada arsitektur komunikasi. Serta memudahkan pengguna untuk mengeksport dan menganalisis data pada objek pintar dari layanan awan yang tercampur dengan data lain. Model ini mendukung keinginan pengguna untuk mendapatkan akses data di data sensor yang diupload ke pihak ketiga (Tschofenig, J. Arkko, D. Thaler, & D. McPherson, 2015). Model jenis ini adalah perpanjangan dari komunikasi *device to-cloud*, yang membuat data terisolasi karena perangkat IoT hanya mengunggah ke aplikasi tunggal. Arsitektur back-end sharing memungkinkan menganalisa data yang dikumpulkan dari perangkat IoT tunggal.

Penyebaran Internet of Things (IoT)

Ada banyak tantangan untuk penyebaran Internet of Things (IoT). Karena membawa kemudahan dan mobilitas dan lebih banyak kontrol atas proses. Ada ancaman, kerentanan, dan tantangan terhadap teknologi IoT. Beberapa tantangan utama teknologi IoT adalah sebagai berikut:

1. *Lack of Security* (kekurangan pada keamanan)
2. *Vulnerable Interfaces* (Celah Pada antar muka)
3. *Physical Security Risk* (Resiko keamanan fisik)
4. *Lack of Vendor Support* (Kuranganya support vendor)
5. *Difficult to update firmware and OS* (Kesulitan untuk update firmware)
6. *Interoperability Issues* (Masalah Interoperabilitas)

IoT Attack Areas

Berikut ini adalah area serangan paling umum untuk jaringan IoT:

1. Device memory containing credentials.

Data kredensial yang tersimpan didalam memori menjadi target serangan karena oknum yang berniat jahat bisa memperoleh kredensial kita, ia bisa menyalahgunakannya untuk berbagai macam tindak kriminal, missalnya melakukan transaksi perbankan seperti transfer atau pembayaran

2. Access Control.

Kontrol akses atau access control adalah sebuah cara yang digunakan untuk melakukan pengamanan dan memastikan tentang kerahasiaan data dari setiap pengguna yang mencoba untuk mengakses suatu data objek. Menurut (Patil dan Meshram, 2012) menjelaskan bahwa mekanisme access control akan melakukan pemeriksaan terhadap hak dari pengguna berdasarkan otorisasi yang telah ditetapkan. (Salunke, dkk, 2013) menjelaskan implementasi access control dapat dilakukan dengan tahapan berikut:

a. Otentikasi

Otentikasi merupakan tahapan mengkonfirmasi identitas user, sebagai contoh dengan pemeriksaan terhadap informasi akun sebuah aplikasi, diantaranya username dan password.

b. Otorisasi

Otorisasi merupakan pengaturan hak akses yang dilakukan oleh seorang user, sebagai contoh: pengguna A hanya dapat membaca informasi tertentu akan tetapi tidak dapat mengubah informasi tersebut.

c. Pengendali audit (Control audit)

Pengendali audit merupakan sebuah langkah yang dilakukan untuk melacak suatu transaksi sensitif, sebagai contoh melacak apa saja yang dilakukan oleh user, dan siapa yang memberikan izin dalam aplikasi tersebut.

3. Firmware Extraction.

Firmware merupakan perangkat lunak atau sistem operasi mini yang tertanam langsung ke dalam sebuah *chip* pada perangkat tertentu, misalnya: *Router, printer, scanner, handphone, kamera, mouse/keyboard* dan sebagainya. *Firmware* dibuat dengan maksud agar *upgrade compatibility* pada perangkat dapat dilakukan secara mudah.

Sistem operasi, *software, chip*, dan lainnya yang dibuat oleh manusia tentunya memiliki kemungkinan adanya celah *error/bug. Vulnerability/bug* dapat terjadi saat seorang *developer* melakukan kesalahan logika coding, dan juga dapat berupa penerapan invalid. Hal ini akan berdampak pada aplikasi yang dibuat dan mempunyai celah yang memungkinkan *user* atau serangan dari luar sistem.

Perangkat *firmware* umumnya tidak memiliki sistem operasi, yang dikarenakan jumlah *memory*-nya yang kecil. Celah yang terjadi di level *firmware* akan sangat berbahaya jika terjadi pada perangkat *router*. Dengan memanfaatkan serangan, *firmware* yang terserang akan mengendalikan *chip* yang telah diubahnya. Infeksi pada *chip* ini

selanjutnya dapat mengirimkan paket berbahaya pada perangkat lainnya, dan menciptakan sebuah efek domino.

Pada umumnya, vendor dari masing-masing perangkat misalnya: *router* atau *wireless radio* (AP) tentunya akan memberikan servis pembaruan setiap saat untuk perangkatnya, maka sebagai user disarankan untuk terus rajin melakukan pembaruan/*update*.

4. Privileges Escalation

Defenisi

Sistem komputer sebagian besar dibuat untuk dapat digunakan oleh beberapa *user account*, dimana setiap *user* memiliki akses yang dikenal sebagai *privilege*. Hak akses *user* biasanya meliputi: hak akses melihat, mengedit, atau memodifikasi sebuah *file*. *Privilege escalation* diartikan sebagai sebuah cara yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh ilegal akses ke dalam sebuah sistem. Biasanya penyerang memulainya dengan cara mencari celah dan kelemahan yang ada pada sebuah sistem.



Sumber: <https://www.monitorteknologi.com>

Bagaimana Cara Mencegah Serangan *Privilege Escalation*

Satu diantara beberapa cara yang paling sederhana, tetapi cara yang paling efektif untuk menghindari ancaman *privilege escalation* dapat dilakukan dengan cara mengubah kata sandi akun administrator

secara teratur dan mengganti kata sandi dengan yang lebih kuat. Selain itu juga penting untuk memantau terjadinya *Credential Dumping*. Membatasi *kredensial* yang tumpang tindih pada keseluruhan sistem bertujuan agar mengurangi risiko ilegal akses lebih lanjut. Terakhir, kita perlu melakukan monitor perilaku user dan mengawasi tingkat izin dari setiap user untuk mendeteksi jika ada aktivitas dari musuh.

5. Removal of storage media

Storage media atau media penyimpanan adalah proses sistem yang diperlukan saat anda melihat, mengunduh, memutar, dan mengalirkan gambar, video, *file* audio, dan *file* media lainnya. Media penyimpanan komputer saat ini dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu media penyimpanan magnetik, penyimpanan optical, dan penyimpanan awan.

Cloud storage merupakan media penyimpanan bersifat *online* dan tergolong masih baru, karena menggunakan teknik penyimpanan yang terdapat pada *Internet*. Terdapat kelebihan *cloud storage* yaitu tidak memerlukan perangkat untuk menyimpan data. Namun dibalik kelebihan terdapat kekurangan dari *cloud storage* yaitu kesalahan yang sering terjadi pada *Server* dengan resiko data akan hilang dan juga pengguna akan dikenakan biaya akses koneksi data.

Ancaman terhadap *cloud storage* diantaranya yaitu *ransomware*, kesalahan manusia, ancaman orang pihak ketiga dan ancaman penghapusan data secara sengaja (*removal of storage media*).

6. Web Attacks

Defenisi serangan pada website

Serangan pada website merupakan sebuah kegiatan atau aktifitas yang dilakukan dengan cara menemukan celah dari sisi sebuah *web*, aplikasi *web* maupun *server* dan memanfaatkannya untuk kejahatan. Situs *web* dan aplikasi web seringkali rentan dengan pelanggaran keamanan, untuk itu diperlukan tindakan untuk melindungi *website* yang sering disebut dengan *web security*.

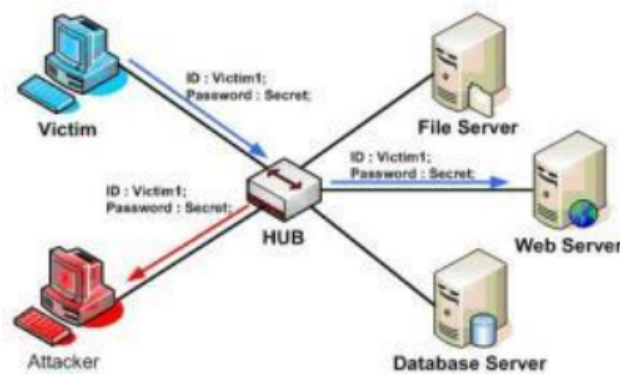
Jenis serangan pada website yang sering terjadi diantaranya yaitu: Cross-site Scripting (XSS), Denial of Service (DoS) dan Distributed Denial of Service (DDoS), Malware, SQL Injection (SQI), Memory of Corruption dan Phising.

Langkah-langkah menghindari web attack dengan melakukan web security yang dapat dilakukan dengan cara seperti: menggunakan password yang kuat dengan kombinasi campuran huruf, angka, karakter yang tidak beraturan, gunakan firewall untuk memblokir serangan yang dilakukan oleh para hacker dan juga bisa menyaring spam dan bot yang dianggap berbahaya untuk website, manfaatkan SSL untuk mengenkripsi informasi dan data sehingga tidak ada pihak ketiga yang dapat membacanya, gunakan parameter query dengan menggunakan bahasa SQL yang ditampilkan melalui bentuk visual, atur content security policy (CSP) dengan mengatur domain mana saja yang diizinkan untuk dimuat pada server sehingga membantu dalam melindungi website dari serangan XSS dan serangan kode injeksi yang lain, backup data secara rutin

7. Network Services Attacks.

Defenisi Network attacks

Serangan terhadap jaringan komputer menurut letaknya, dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu: serangan yang berasal dari dalam dan serangan yang berasal dari luar jaringan komputer. Bentuk serangan jaringan komputer yang berasal dari dalam yaitu dapat berupa serangan pada sebuah host dan juga berupa serangan pada sebuah perangkat keras yang terhubung dengan target, contoh kasus *wiretapping* atau penyadapan. Selain serangan dari dalam jaringan komputer itu sendiri perlu diwaspadai juga serangan dari luar, tidak hanya proteksi saja namun juga perlu diketahui tentang apa yang menjadi motifasi dari sebuah serangan.



Tujuan dari serangan jaringan komputer (*network attack*)

Network attacks dapat dibedakan menjadi beberapa kategori berdasarkan tujuannya yaitu:

1. Kategori berbahaya, serangan terjadi karena penyerang bermaksud untuk melumpuhkan sistem secara keseluruhan, kemudian mencuri atau memodifikasi data dari sebuah *network* dan selanjutnya memanfaatkan *resource* yang dimiliki oleh *network* sistem yang diserang.
2. Kategori tidak berbahaya, serangan yang diakibatkan karena kelalaian pengguna dan tidak memiliki motivasi sama sekali untuk melakukannya.

8. Unencrypted Local Data Storage.

Local data storage

Penyimpanan data lokal merupakan suatu cara untuk menyimpan data secara digital pada perangkat penyimpanan fisik. Contoh perangkat fisik seperti: *hard disk*, *solid state*, dan perangkat penyimpanan eksternal lainnya: *thumb drive* atau *disk*.

Manfaat penyimpanan data secara lokal

Dari segi kecepatan, manfaat mengakses data pada penyimpanan lokal lebih cepat daripada mengunduh dan mengunggahnya dari atau ke dalam *cloud*.

Segi keamanan, kelebihan penyimpanan data secara lokal berikutnya yaitu memiliki kendali penuh terhadap data yang disimpan, siapa yang memiliki akses, dan protokol keamanan informasi.

Unencrypted Local Data Storage

Enkripsi adalah proses mengaburkan data dengan menggunakan kunci atau kata sandi. Meskipun enkripsi adalah alat yang berharga untuk membantu memastikan keamanan, enkripsi tersebut tidak boleh dipertimbangkan untuk semua data atau koneksi. Saat memutuskan apakah akan menerapkan enkripsi, pertimbangkan bagaimana pengguna akan mengakses data. Jika pengguna mengakses data melalui jaringan publik, enkripsi data mungkin diperlukan untuk meningkatkan keamanan. Namun, jika semua akses melibatkan konfigurasi intranet yang aman, enkripsi mungkin tidak diperlukan. Dengan kata lain, unencrypted local data storage dapat diterapkan pada kondisi ini. Setiap penggunaan enkripsi juga harus mencakup strategi pemeliharaan untuk kata sandi, kunci, dan sertifikat.

9. Confidentiality and Integrity issues.

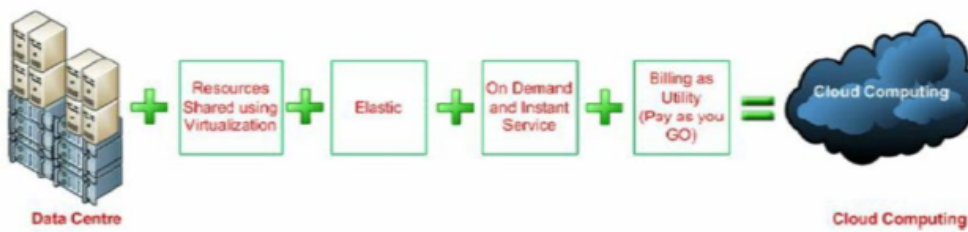
Berbicara tentang berbagai isu terkait confidentiality dan Integrity sangat erat kaitannya dengan keamanan informasi. Keamanan informasi diartikan sebagai perlindungan informasi dari berbagai ancaman sehingga dapat menjamin proses bisnis yang berkelanjutan, mengurangi risiko bisnis, dan meningkatkan *return of investment* serta peluang bisnis. Terdapat beberapa aspek keamanan sistem informasi yang perlu diperhatikan saat merancang sistem keamanan dan informasi, diantaranya:

1. Aspek *integrity*, aspek *integrity* menjamin bahwa data hanya bisa dirubah dengan ijin pihak yang berwenang, menjaga kelengkapan informasi dan menjaga data atau informasi secara asli dari ancaman perubahan lain.

2. Aspek *confidentiality*, aspek confidentiality menjamin kerahasiaan data atau informasi dan selanjutnya memastikan bahwa informasi hanya dapat diakses oleh pihak yang memiliki wewenang.

10. Cloud Computing Attacks.

Cloud computing merupakan penawaran layanan dimana pengguna dapat melakukan penyimpanan data secara digital menggunakan sumber daya komputasi yang fisiknya terletak di luar lokasi. Teknologi *cloud* saat ini menjadi tren dengan memindahkan komputasi dan data yang sebelumnya dari desktop atau PC ke dalam data center. Keunggulan sistem cloud computing adalah efisiensi dari segi biaya dan personil yang tidak banyak untuk mengelola dan memelihara.



Gambar *Cloud computing*

Sumber: Aldossary, S., & Allen, W. (2016).

Teknologi cloud computing dibagi menjadi tiga jika dilihat berdasarkan model penerapannya, yaitu: *private or enterprise cloud*, tipe *cloud* ini dianggap memiliki risiko keamanan *cyber* terendah, dengan anggapan bahwa telah menerapkan beberapa langkah keamanan *cyber* yang tepat dan benar. *Public cloud*, tipe *cloud* ini merupakan infrastruktur yang menyediakan layanan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum. *Hybrid cloud*, tipe ini merupakan infrastruktur layanan yang memadukan *private cloud* dan *public cloud*. Dengan memungkinkan tipe ini organisasi dapat menggunakan *private cloud* untuk data yang sensitif, sedangkan untuk data yang tidak sensitif menggunakan *public cloud*.

Disamping teknologi *cloud computing* yang canggih, terdapat ancaman dan serangan dari *attacker* yang perlu diwaspadai, yaitu: *Eavesdropping*, merupakan serangan yang menargetkan pengguna *cloud*; *Malicious codes*, merupakan serangan yang menargetkan pengguna dan *provider cloud*; *Virtual machine*, merupakan serangan yang menargetkan pada *virtual machine* yang menyimpan data pengguna *cloud*. *DdoS*, serangan ini akan mengakibatkan ketersediaan layanan *cloud* menjadi terganggu.

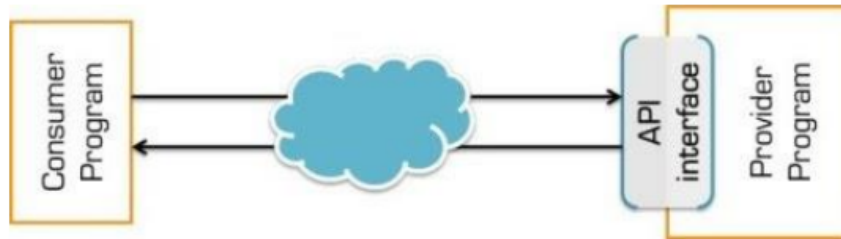
11. Malicious updates.

Malicious updates berasal dari dua kata yaitu *malicious* yang berarti “berniat jahat” dan *updates* yang berarti “pembaharuan”. *Malicious updates* dapat dimaknai sebagai proses pembaharuan dapat berupa pembaharuan *software* yang menyebabkan kerusakan atau mencuri data perangkat yang dimasukinya. *Malicious update* berkaitan juga dengan *malicious software* atau yang lebih dikenal dengan istilah *malware*.

Malicious Software atau *malware* merupakan sebuah perangkat lunak yang dibuat dengan tujuan agar dapat memasuki dan dapat merusak sistem komputer, jaringan, atau *server* tanpa diketahui oleh pemiliknya. Selanjutnya *malware* juga bertujuan untuk merusak dan mencuri data dari perangkat yang dimasukinya. *Malicious software* memberikan efek yang biasanya jauh lebih berbahaya bagi perusahaan, instansi dan lembaga lainnya jika dibandingkan dengan *personal user*.

12. Insecure APIs

Application Programming Interface disingkat dengan *API* merupakan antar muka atau penghubung yang dapat mempertemukan satu aplikasi dengan aplikasi lainnya. *API* berperan sebagai perantara yang mampu menghubungkan berbagai aplikasi berbeda dalam satu atau lintas *platform*.



Gambar *Application Programming Interface*

Secara lebih jauh, dengan menerapkan API maka komunikasi dengan berbagai bahasa pemrograman yang berbeda dapat berlangsung. Sehingga cukup memudahkan bagi pengembang atau *developer* karena tidak perlu menyediakan semua data sendiri, cukup mengambil data yang dibutuhkan dari *platform* lain melalui API.

Dibalik kelebihan API, terdapat kekurangan yaitu API memiliki keamanan yang standar sehingga potensi serangan ke *web API* menjadi sangat besar. *Insecure APIs* diartikan sebagai antar muka API yang tidak aman dimana masalah ini meliputi kerentanan set API pada *portal cloud* (pelanggan menggunakan API ini untuk terhubung ke awan) yang dapat mengekspos suatu organisasi untuk beberapa ancaman seperti akses tidak sah, transmisi konten, token yang dapat digunakan kembali dan kemampuan *logging*.

13. Mobile Application threats

Smartphone saat ini menjadi kebutuhan premier setiap orang di era yang semakin berkembangnya IT. Fitur dan aplikasi yang disediakan pada *smartphone* saat ini memiliki kemampuan yang hampir sama seperti kemampuan komputer. Perangkat mobile perlu mendapat perhatian, sebab pengguna mungkin bisa saja mengakses *wireless* yang tidak aman atau melakukan *download* aplikasi yang sudah ditanami *malware*/virus yang mengakibatkan adanya celah untuk melakukan serangan.

Sejak berkembangnya teknologi, kejahatan pada dunia *cyber* sudah menjadi hal yang biasa dengan adanya peningkatan jumlah aplikasi

berbahaya pada perangkat *mobile*. Peningkatan ini bukan menjadi hal yang aneh lagi sebab pengguna *smartphone* juga semakin meningkat sehingga *attacker* mulai beralih menyerang perangkat *smartphone*.

Diperlukan kesadaran akan pentingnya keamanan pada *smartphone* kita untuk mencegah serangan yang mungkin terjadi. Karena dengan adanya celah keamanan pada *smartphone*, maka akan dijadikan media penyerangan bagi para *attacker*. Terdapat beberapa ancaman dan serangan pada *smartphone* yang pernah dilaporkan, seperti: *malware*, *spoofing*, *phishing*, *sniffing*, *spamming*, *vishing*, *data leakage*, *pharming*, *Dos*, dan sejenisnya. Jika dibandingkan dengan beberapa ancaman dan serangan tersebut, serangan yang paling tinggi disebabkan oleh *malware*.

IoT Attacks

1. DDoS Attack

Distributed Denial of Service yang dikenal dengan singkatan DDoS secara bahasa diartikan sebagai penolakan layanan secara terdistribusi. Tipe serangan ini biasanya dilakukan dengan cara membuat trafik jaringan internet pada server, sistem, atau jaringan menjadi sangat padat. Pada tingkat yang lebih tinggi, serangan ini terjadi dengan melakukan penggunaan beberapa komputer *host* penyerang sampai dengan komputer target menjadi tidak bisa diakses.

Serangan jenis DdoS merupakan serangan yang sangat populer bagi para *hacker*. DDoS memiliki konsep yang sangat sederhana, yaitu satu diantara beberapa caranya yaitu dengan mengirimkan permintaan ke server secara terus menerus dengan transaksi data dengan beban yang berat sampai tidak bisa lagi menampung koneksi dari user lain (*overload*).

3. Rolling Code Attack

Rolling Code Attack merupakan bentuk serangan yang dilakukan kedalam kode sumber perangkat IoT yang mengakibatkan perangkat IoT kita dapat diberikan perintah oleh sipenyerang sesuai dengan keinginan pelaku serangan tersebut.

4. BlueBorne Attack

BlueBorne Attack ini merupakan serangan eksploitasi bluetooth yang mampu memeriksa kerentanan pada perangkat IoT dan begitu perangkat IoT telah disusupi penyerang dapat menjalankan perintah sekehendaknya, dapat mengakses perangkat dan berpotensi dalam pencurian data

5. Jamming Attack

Serangan ini dilakukan terhadap Denial Of Service yang bertujuan untuk memblokir komunikasi perangkat IoT dengan server sehingga data yang dikirimkan oleh perangkat IoT ke server database mengalami kendala, pelaku serangan juga dapat mengarahkan pengiriman data perangkat IoT yang kita miliki menuju server yang dimiliki oleh penyerang itu sendiri.

6. Backdoor

Metode serangan ini bisa mencuri data personal dan financial yang ada pada perangkat IoT kita dan bisa menginstall malware yang bisa merusak sistem perangkat kita, serangan ini juga bisa mengeject device perangkat IoT kita yang saling terhubung sehingga dapat menghentikan fungsi perangkat IoT yang kita miliki.

Penanggulangan Serangan di perangkat IoT

Penanggulangan untuk perangkat IoT mencakup langkah-langkah berikut yang direkomendasikan oleh perusahaan manufaktur.

1. Pembaruan firmware

Pembaharuan firmware ini sangat perlu dilakukan agar perangkat keras yang digunakan tetap kompatibel dengan media yang baru, maka dibutuhkan pembaharuan atau *update firmware*. Biasanya update firmware dilakukan oleh pengguna perangkat IoT adalah untuk meningkatkan performa perangkat, perbaikan bug dan update penggunaan fitur-fitur baru dari firmware yang diupdate, Firmware sendiri dapat diartikan sebagai perangkat lunak mini yang tertanam dalam perangkat keras.

2. Blokir port yang tidak perlu

Memblokir port yang tidak perlu merupakan langkah pencegahan aktivitas ilegal atau yang tidak dikehendaki, sebagai contoh mencegah akses keluar masuk virus dan serangan dari berbagai pihak yang tidak berwenang.

3. Nonaktifkan Telnet

Telnet secara sederhana dapat diartikan sebagai remote access. Fitur *telnet* ini biasanya digunakan untuk mengendalikan komputer dari jarak jauh. Dengan adanya *telnet*, kita bisa mengakses *file*, *database* hingga data apapun yang tersedia pada komputer yang diremot, sehingga perlu kita pahami pembatasan akses pada komputer tujuan karena ini akan menjadi peluang serangan.

4. Gunakan komunikasi terenkripsi seperti SSL/TLS

Dengan penggunaan komunikasi seperti SSL/TLS maka koneksi komunikasi yang terjadi pada perangkat IoT kita akan terenkripsi dan lebih terjamin keamanan dari berbagai bentuk serangan yang dibangun oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

5. Gunakan kata sandi yang kuat

Menjaga keamanan password merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan, apalagi untuk perangkat IoT. Maka dari itu diperlukan pengetahuan tentang cara membuat password yang kuat dan aman. Internet merupakan dunia maya yang sangat bebas, selain penuh dengan kesempatan internet juga dipenuhi dengan berbagai marabahaya. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa di kehidupan sehari-hari kita tak lagi bisa terlepas dari password untuk berbagai keperluan. Penggunaan password yang kuat adalah berbentuk acak mengandung huruf besar, kecil, simbol dan angka.

6. Gunakan enkripsi drive

Enkripsi drive adalah proses encoding informasi untuk melindungi data pada penyimpanan perangkat IoT kita. Dengan kata lain, user yang dapat membuat dan membuka file pada perangkat IoT adalah *user* yang memiliki enkripsi sisi klien *Workspace* selanjutnya diaktifkan oleh admin dan telah memverifikasi identitas mereka. Pada file terenkripsi,

setiap pengguna yang dibagikan dalam *file* dapat mengaksesnya menggunakan kunci enkripsi unik untuk *file* tersebut, hal ini dilakukan untuk memberikan lapisan perlindungan tambahan.

7. Gunakan Penguncian akun pengguna

Penguncian akun pengguna ini sangat perlu dilakukan karena akan bisa membatasi siapa saja yang bisa mengakses data dan informasi dari perangkat IoT yang kita miliki, sehingga dapat meminimalisir terjadinya serangan melalui akun pengguna.

8. Penilaian perangkat secara berkala

Melakukan penilaian ataupun mengevaluasi perangkat IoT yang kita milikisecara berkala akan dapat menjaga dan mengetahui serangan-serangan yang ada dan terjadi terhadap perangkat IoT kita, proses ini juga dapat mengoptimalkan perangkat IoT kita untuk dapat pembaharuan secara keamanan.

9. Pemilihan kata sandi yang aman

Seperti yang sudah dijelaskan diatas untuk pemilihan kata sandi yang aman dan lebih sulit untuk dilakukan penyerangan adalah dengan menggunakan jenis sandi yang kombinasi seperti mengandung huruf besar, kecil, simbol dan angka, untuk menjaga agar tetap terlindungi dari serangan sebaiknya kata sandi ini juga perlu diupgrade secara berkala sehingga dapat meminimalisir serangan-serangan yang akan terjadi.

10. Otentikasi Dua Faktor

Merupakan metode lapisan keamanan tambahan yang dapat melindungi akun perangkat IoT kita lebih jauh. Otentikasi dua faktor memastikan bahwa orang yang dapat mengakses perangkat IoT tersebut adalah benar pemilik perangkat IoT. Bentuk otentikasi dua faktor dapat berbentuk seperti saat kita memasukkan username dan password. Setelah itu, kita tidak akan langsung masuk ke dalam sistem, tapi harus menyediakan informasi tambahan. Informasi kredensial tambahan yang dimaksud dalam konteks ini dapat berupa beberapa cara seperti pertanyaan keamanan ataupun melakukan pemindaian sidik jari dan sebagainya.

11. Nonaktifkan UPnP

UPnP adalah singkatan dari "Universal Plug and Play." Menggunakan UPnP, aplikasi dapat secara otomatis meneruskan port di router yang kita miliki, sehingga kita tidak perlu repot **meneruskan port secara manual**.

Virus, Trojan horse, worm, atau program jahat lainnya yang berhasil menginfeksi komputer di jaringan lokal dapat melakukan penyerangan menggunakan UPnP, seperti halnya program yang sah. Sementara router biasanya memblokir koneksi masuk, mencegah beberapa akses berbahaya, UPnP dapat memungkinkan program jahat melewati firewall sepenuhnya. Misalnya, kuda Troya dapat memasang program kendali jarak jauh di komputer Anda dan membuka lubang untuk program itu di **firewall router**, memungkinkan akses 24/7 ke komputer Anda dari Internet. Jika UPnP dinonaktifkan, program tidak dapat membuka port - meskipun dapat melewati firewall. Ini adalah salah satu alasan mengapa kita perlu menonaktifkan UPnP agar dapat mengurangi terjadinya serangan.

DAFTAR REFENSI

- Aldossary, S., & Allen, W. (2016). Data security, privacy, availability and integrity in cloud computing: issues and current solutions. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(4).
- Anonim . (2020). Monitor Teknologi. <https://www.monitorteknologi.com/apa-itu-privilege-escalation> (Di akses 10 Oktober 2022)
- Arifah, D. A. (2011). Kasus cybercrime di indonesia. *jurnal Bisnis dan Ekonomi*, 18(2).
- Briliyant, O. C., & Baihaqi, A. (2017, October). Implementation of RSA 2048-bit and AES 128-bit for Secure e-learning web-based application. In 2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA) (pp. 1-5). IEEE.*
- DM, M. Y., Addermi, A., & Lim, J. (2022). Kejahatan Phising dalam Dunia Cyber Crime dan Sistem Hukum di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(5), 8018-8023.
- Mahesa, A. T., Rahmawan, H., Rinharsah, A., & Arifin, S. (2019). Sistem Keamanan Brankas Berbasis Kartu Rfid E-Ktp. Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika, 5(1).*
- Marten. (2020). *Pengertian Network Attack*. <https://martentamren97.wordpress.com/digital-security/pna/>
- Mathew, R. (2014). *Study of Privilege Escalation Attack on Android and Its Countermeasures. September 2012.*
- Muqorobin, M., Hisyam, Z., Mashuri, M., Hanafi, H., & Setiyantara, Y. (2019). Implementasi Network Intrusion Detection System (NIDS) Dalam Sistem Keamanan Open Cloud Computing. Majalah Ilmiah Bahari Jogja, 17(2), 1-9.*
- Nurfaisah, N. (2020). Perancangan Private Cloud Storage Menggunakan Aplikasi Nextcloud Untuk Memaksimalkan Pelayanan Data Pada Kantor Bupati Luwu (Doctoral Dissertation, Universitas Cokroaminoto Palopo).*

Nasution, N., & Hasan, M. A. SATIN–Sains dan Teknologi Informasi.

Soewito, B. (2019). *Keamanan Komputer*. MTI Binus.
<https://mti.binus.ac.id/2019/02/15/keamanan-komputer/>

Tashia. (2017). *Keamanan Jaringan Internet dan Firewall*. Kemenkominfo RI. <https://aptika.kominfo.go.id/2017/06/keamanan-jaringan-internet-dan-firewall/>

Wibowo, M. H., & Fatimah, N. (2017). Ancaman phishing terhadap pengguna sosial media dalam dunia cyber crime. *JOEICT (Jurnal of Education and Information Communication Technology)*, 1(1), 1-2.

TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) DAN HIDROPONIK

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.upi-yai.ac.id Internet Source	2%
2	www.smartcityindo.com Internet Source	2%
3	www.centerklik.com Internet Source	1%
4	rimbakita.com Internet Source	1%
5	mti.binus.ac.id Internet Source	1%
6	vbook.pub Internet Source	1%
7	anyflip.com Internet Source	1%
8	etheses.iainkediri.ac.id Internet Source	1%
9	www.researchgate.net Internet Source	1%
10	medium.com Internet Source	1%

11	repository.uhamka.ac.id Internet Source	<1 %
12	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
13	rdestriana.wordpress.com Internet Source	<1 %
14	rifqimulyawan.com Internet Source	<1 %
15	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
16	waernora-best.blogspot.com Internet Source	<1 %
17	123dok.com Internet Source	<1 %
18	Submitted to UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Student Paper	<1 %
19	ilmuti.org Internet Source	<1 %
20	yusranlapananda.wordpress.com Internet Source	<1 %
21	journal.universitassuryadarma.ac.id Internet Source	<1 %
22	repo.budiutomomalang.ac.id Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1 %

24	Submitted to UIN Sunan Ampel Surabaya Student Paper	<1 %
25	kartikaaarhmaa.blogspot.com Internet Source	<1 %
26	pghc.uma.ac.id Internet Source	<1 %
27	Gusti Hergika, Siswanto, Sutarti S. "PERANCANGAN INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI KONTROL INFRASTRUKTUR DAN PERALATAN TOLL PADA PT. ASTRA INFRATOLL ROAD", PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, 2021 Publication	<1 %
28	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
29	lp3.um.ac.id Internet Source	<1 %
30	jurusan.tik.pnj.ac.id Internet Source	<1 %
31	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
32	repositori.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
33	www.djkn.kemenkeu.go.id Internet Source	<1 %

34	aarizky.com Internet Source	<1 %
35	jom.unpak.ac.id Internet Source	<1 %
36	Anderias Eko Wijaya, Rijal Bani Salam Sukarni. "SISTEM MONITORING KUALITAS AIR MINERAL BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN PLATFORM NODE-RED DAN METODE SAW (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING)", Jurnal Teknologi dan Komunikasi STMIK Subang, 2019 Publication	<1 %
37	muhammadrifky.blog.widyatama.ac.id Internet Source	<1 %
38	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
39	resources.infosecinstitute.com Internet Source	<1 %
40	journal31.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
41	kumparan.com Internet Source	<1 %
42	repo.unand.ac.id Internet Source	<1 %
43	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %

44

Internet Source

<1 %

45

Retno Waluyo, Ito Setiawan, Zulfa Chafidz Nur, Armeyta Putri Tanzilla. "Sosialisasi Peluang dan Tantangan Era Teknologi 4.0 Bagi Siswa SMK Panca Bakti Rakit", Jurnal Pengabdian Masyarakat (abdira), 2022

Publication

<1 %

46

channel15.org

Internet Source

<1 %

47

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

48

firmanprastiawan.wordpress.com

Internet Source

<1 %

49

geotimes.co.id

Internet Source

<1 %

50

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

51

jurnal.polibatam.ac.id

Internet Source

<1 %

52

ocw.upj.ac.id

Internet Source

<1 %

53

zombiedoc.com

Internet Source

<1 %

54

repository.ubharajaya.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On