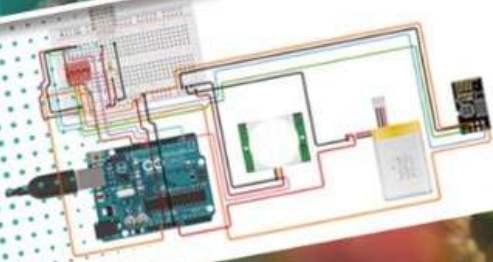




# PROGRAM SMK MEMBANGUN DESA

dalam Mewujudkan Otomatisasi Pertanian Kopi



Dr. Bunyamin, M.Pd.  
Tashia Indah Nastiti, M.M., M.Kom.  
Dr. Ir. Sintha Wahjusaputri, M.M.  
Johan, M.T.  
Risky Setiawan



**PROGRAM SMK MEMBANGUN  
DESA DALAM MEWUJUDKAN  
OTOMATISASI PERTANIAN  
KOPI**

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 28 TAHUN 2014**  
**TENTANG**  
**HAK CIPTA**  
**Lingkup Hak Cipta**

**Pasal 1 Ayat 1 :**

1. Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

**Ketentuan Pidana:**

**Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

**Pasal 114**

Setiap Orang yang mengelola tempat perdagangan dalam segala bentuknya yang dengan sengaja dan mengetahui membiarkan penjualan dan/atau pengandaan barang hasil pelanggaran Hak Cipta dan/atau Hak Terkait di tempat perdagangan yang dikelolanya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10, dipidana dengan pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).

Dr. Bunyamin, M.Pd.  
Tashia Indah Nastiti, M.M., M.Kom.  
Dr. Ir. Sintha Wahjusaputri, M.M.  
Johan, M.T.  
Risky Setiawan

# **PROGRAM SMK MEMBANGUN DESA DALAM MEWUJUDKAN OTOMATISASI PERTANIAN KOPI**

Diterbitkan Oleh



## **Program SMK Membangun Desa dalam Mewujudkan Otomatisasi Pertanian Kopi**

Penulis : Dr. Bunyamin, M.Pd.  
Tashia Indah Nastiti, M.M., M.Kom.  
Dr. Ir. Sintha Wahjusaputri, M.M.  
Johan, M.T.  
Risky Setiawan

Penyelaras Aksara : Annisa Nurisnaini KP

Penata Letak : Muhammad Fadhillah I

Perancang Sampul : Ridwan Nur M

### **Penerbit:**

**CV Bintang Semesta Media**

**Anggota IKAPI Nomor: 147/DIY/2021**

Penerbit Bintang Semesta Media

Jl. Maredan No. F01, Maredan, RT.06/RW.41, Sendangtirto, Kec.

Berbah, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55573

Telp. (0274)2254549. Hp. 085865342317

Facebook: Penerbit Bintang Madani

Instagram: @bintangpustaka

Website: [www.bintangpustaka.com](http://www.bintangpustaka.com)

Email: [bintangsemestamedia@gmail.com](mailto:bintangsemestamedia@gmail.com)

[redaksibintangpustaka@gmail.com](mailto:redaksibintangpustaka@gmail.com)

Cetakan Pertama, Agustus 2023

Bintang Semesta Media Yogyakarta

x + 103 hal : 15.5 x 23 cm

ISBN Cetak : 978-623-190-310-5

ISBN Digital : 978-623-190-311-2 (PDF)

Dicetak Oleh:

Percetakan Bintang 085865342319

Hak cipta dilindungi undang-undang

*All right reserved*

Isi di luar tanggung jawab percetakan

# PRAKATA

Puji serta syukur kita panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul *Program SMK Membangun Desa dalam Mewujudkan Otomatisasi Pertanian Kopi* dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Sesuai dengan judulnya, buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu panduan tambahan bagi SMK-SMK di Indonesia, bahwa Program SMK Membangun Desa merupakan wujud peran SMK dalam pembangunan perdesaan, untuk turut serta melakukan percepatan perubahan pola pikir, penerapan teknologi modern dan tepat guna, dan prosedur kerja warga perdesaan. Program SMK Membangun Desa menjadi bagian 10 langkah revitalisasi SMK yang dicanangkan pemerintah, tetapi terasa belum optimal.

Dalam rangka menyukseskan dan keikutsertaan ekonomi nasional, Program SMK Membangun Desa, dengan pendanaan DRTPM (Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat) Kemendikbudristek yang pelaksanaannya dilakukan oleh tim dosen Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, dosen UNINDRA, dosen Universitas Muhammadiyah Cirebon (UMC) beserta siswa SMK Negeri 2 Kuningan berhasil membuat suatu rancangan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memonitori proses penanaman kopi hingga pascapanen produk kopi menjadi berkualitas di Desa Gunungmanik, Kabupaten Kuningan Jawa Barat. Desa Gunungmanik Kuningan merupakan salah satu desa penghasil produk kopi di Provinsi Jawa Barat. SMK diharapkan menjadi garda terdepan dalam

pengembangan dan pengelolaan potensi-potensi daerah tersebut untuk menjadi penggerak ekonomi daerah dan yang akhirnya akan berdampak pada perkembangan ekonomi nasional.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktur Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Kemendikbudristek atas Pendanaan Penelitian Dasar selama 2 tahun berjalan 2023-2026 sehingga kajian dan penyelesaian buku ini dapat terealisasi.

Buku ini tentu saja masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran bagi penyempurnaan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

**Jakarta, 17 Agustus 2023**

Bunjamin

Tashia Indah Nastiti

Sintha Wahjusaputri

Johan

Risky Setiawan

# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii

## **BAB I**

Program SMK Membangun Desa .....	1
A. Konsep SMK Membangun Desa .....	1
B. Dasar Hukum Program SMK Membangun Desa .....	3
C. Sasaran Program SMK Membangun Desa.....	4
D. Manfaat Program SMK Membangun Desa.....	4

## **BAB II**

Desa Inovatif dalam Program SMK Membangun Desa .....	5
A. Gambaran Umum Kondisi Daerah Desa Gunungmanik, Kuningan, Jawa Barat .....	5
B. Topografi.....	6
C. Klimatologi .....	7
D. Penggunaan Lahan.....	7
E. Potensi Pengembangan Wilayah .....	7
F. Demografi .....	9
G. Aspek Kesejahteraan Masyarakat .....	10



### **BAB III**

Konsep Kopi .....	13
A. Sejarah Kopi Indonesia .....	13
B. Jenis-Jenis Tanaman Kopi.....	14
C. Cara Pembibitan Tanaman Kopi .....	20
D. Pemupukan Tanaman Kopi .....	23
E. Pemangkasan Tanaman Kopi .....	24
F. Pengendalian Hama dan Penyakit.....	27
G. Panen Kopi .....	34

### **BAB IV**

<i>Internet of things</i> (IoT) .....	43
A. Pengenalan <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	43
B. Penerapan <i>Internet of Things</i> .....	58
C. Manfaat <i>Internet of Things</i> .....	59
D. Keunggulan dan Kelemahan Penggunaan <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	61
E. Kerangka Kerja dan Standar <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	62
F. Aplikasi <i>Internet of Things</i> (IoT) Konsumen dan Perusahaan .....	64
G. <i>Internet of Things</i> (IoT) <i>Security and Privacy Issues</i> .....	66

### **BAB V**

<i>Industrial Internet of Things</i> (IIoT).....	67
A. Konsep <i>Industrial Internet of Things</i> (IIoT) .....	67
B. Pemanfaatan <i>Internet of Things</i> pada Industri Masa Kini .....	68

C. Keselamatan Umum di Semua Industri.....	77
D. <i>Internet of Things</i> (IoT) pada Sektor Pertanian.....	78

## **BAB VI**

Perancangan <i>Internet of Things</i> Pertanian Kopi .....	85
A. Rancangan <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam <i>Smart Coffee</i> <i>Monitoring</i> sebagai Alat Pemantau Kopi Otomatis .....	85
B. Platform <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam Bentuk <i>Website</i> ..	91

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	96
<b>TENTANG PENULIS</b> .....	100



# **Program SMK Membangun Desa**

## **A. Konsep SMK Membangun Desa**

Sejak pemerintah mengalokasikan dana stimulan untuk pengembangan ekonomi perdesaan melalui dana desa di kementerian dan lembaga terkait, banyak program-program yang dikemas dan disalurkan ke pemerintah desa yang dalam pelaksanaannya perlu dukungan dan keterlibatan berbagai pihak termasuk institusi pendidikan seperti SMK agar hasilnya dapat maksimal.

Keberadaan SMK dengan sistem pembelajaran, termasuk PKL, dalam peningkatan kompetensi peserta didik dilakukan dengan praktik langsung di lapangan kerja, sedangkan tenaga pendidik, khususnya guru kejuruan, sudah kompeten dalam bidangnya, selain mengajar juga melakukan pekerjaan yang telah biasa dilakukan melalui pusat bisnis, unit produksinya atau Badan Layanan Usaha Daerah (BLUD). Sejumlah SMK mempunyai aset atau fasilitas yang bisa dimanfaatkan masyarakat khususnya penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan, serta kegiatan lainnya. SMK memiliki 9 (sembilan) bidang keahlian, yang lulusannya sesuai dengan kebutuhan tenaga

kerja, dengan kompetensi yang berbeda-beda dapat mendukung program pembangunan ekonomi perdesaan, karena tujuan utama lulusan SMK dipersiapkan untuk mengisi dunia kerja pada tingkat global, nasional, dan regional, serta kemandirian sesuai dengan kompetensi keahliannya. Pembangunan perdesaan bagian integral dari pembangunan nasional dan memenuhi kebutuhan tenaga standar internasional, sehingga peran SMK dalam pembangunan perdesaan selain berdasarkan landasan keunggulan dan kearifan lokal, juga tidak bisa dilepaskan dari kaidah-kaidah dan teknologi global. Produk-produk perdesaan harus memiliki standar internasional, sehingga proses produksi yang dilakukan di perdesaan juga harus memenuhi standar global. Di sinilah salah satu peran SMK dalam pembangunan perdesaan, untuk turut serta melakukan percepatan perubahan pola pikir, penerapan teknologi modern dan tepat guna, dan prosedur kerja warga perdesaan.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa, Pasal 78, ayat (1) menyatakan bahwa tujuan pembangunan desa adalah peningkatan kesejahteraan masyarakat desa dan kualitas hidup manusia serta penanggulangan kemiskinan melalui pemenuhan kebutuhan dasar, pembangunan sarana dan prasarana desa, pengembangan potensi ekonomi lokal, serta pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan secara berkelanjutan.

Desa sebagai basis kekuatan pembangunan masih mengalami permasalahan mendasar, mengingat jumlah maupun persentase kemiskinan masih didominasi penduduk perdesaan. Walaupun pembangunan infrastruktur dan dana desa semakin besar, tetapi program tersebut belum mampu mengangkat perekonomian masyarakat desa menjadi lebih sejahtera. Arus uang yang mengalir ke desa dari program dana desa belum sepenuhnya dinikmati penduduk miskin. Kebijakan Dana Desa untuk pembangunan yang berorientasi pembangunan infrastruktur belum bisa mengangkat penduduk

miskin keluar dari jebakan kemiskinan yang kronis.

Peran SMK dalam pembangunan perdesaan menjadi penting untuk saat ini maupun di masa depan, mengingat sebagian besar SMK berada di kawasan perdesaan. SMK dapat berperan menjadi penggerak pembangunan perdesaan, dengan melakukan inovasi dan edukasi masyarakat desa menjadi masyarakat modern dan berkemajuan. Selain itu, lulusan SMK dapat menjadi angkatan kerja baru perdesaan yang menguasai kecakapan teknologi modern dan tepat guna, keterampilan kreativitas dan inovasi, pemikiran kritis dan pemecahan masalah kompleks, komunikasi, kolaborasi, dan kewirausahaan, sehingga lulusan SMK akan menjadi generasi baru perdesaan dalam mewujudkan pembangunan Indonesia yang adil, makmur, dan sejahtera.

## **B. Dasar Hukum Program SMK Membangun Desa**

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa.
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah.
4. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.
5. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan, sebagaimana telah diubah dalam Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2010 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan.
6. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2021 tentang Badan Usaha Milik Desa.

7. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 34 tahun 2018 tentang Standar Nasional Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK).

### **C. Sasaran Program SMK Membangun Desa**

Memberikan acuan kepada SMK dan pihak terkait lainnya dalam berpartisipasi mendukung program pembangunan sumber daya manusia di perdesaan dan ekonomi pedesaan secara kolaboratif, termasuk perencanaan, pelaksanaan, monitoring, dan evaluasi serta hal lain yang terkait dengan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan kegiatan yang dikolaborasikan.

### **D. Manfaat Program SMK Membangun Desa**

Manfaat dari Program SMK Membangun Desa adalah:

1. SMK harus jadi solusi permasalahan bangsa, karena menyelesaikan masalah bangsa dimulai dari desa.
2. Memberikan pengetahuan kewirausahaan serta mendorong tumbuhnya motivasi berwirausaha. Program juga mampu memberikan kontribusi positif terhadap laju pertumbuhan dan perkembangan perekonomian di perdesaan dalam rangka meningkatkan daya saing daerah yang nantinya bermuara pada kesejahteraan masyarakat.
3. Program SMK Membangun Desa bisa juga memberdayakan para lulusan SMK.
4. Peningkatan kualitas SDM sehingga SMK mampu menghasilkan tenaga kerja yang terampil yang memiliki kemampuan sesuai dengan tuntutan kebutuhan dari dunia usaha dan industri (DU-DI).

# **Desa Inovatif dalam Program SMK Membangun Desa**

## **A. Gambaran Umum Kondisi Daerah Desa Gunungmanik, Kuningan, Jawa Barat**

Secara geografis, Kabupaten Kuningan terletak di bagian timur Provinsi Jawa Barat dengan luas wilayah sekitar 119.571,12 hektare, yang terletak pada koordinat 108023' -108047' Bujur Timur dan 6045' -7013' lintang selatan. Wilayah bagian timur Kabupaten Kuningan adalah dataran rendah, sedangkan di bagian barat berupa pegunungan, puncaknya adalah Gunung Ciremai dengan ketinggian 3.076 meter dari permukaan laut, yang merupakan gunung tertinggi di Jawa Barat. Kabupaten Kuningan juga berbatasan dengan kabupaten di Jawa Tengah, yang batas-batas wilayahnya sebagai berikut.

- Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Cirebon wilayah Provinsi Jawa Barat.
- Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Brebes wilayah Provinsi Jawa Tengah.
- Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Ciamis wilayah Provinsi Jawa Barat dan Kabupaten Cilacap wilayah Provinsi Jawa Tengah.



- Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Majalengka wilayah Provinsi Jawa Barat.



Gambar 1. Peta Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat

## B. Topografi

Topografi Kabupaten Kuningan cukup bervariasi, mulai dari dataran rendah sampai dengan pegunungan dengan puncak tertinggi berada di Gunung Ciremai ( $\pm 3.078$  meter). Kabupaten Kuningan sebagian besar berada pada ketinggian 100–1.000 meter di atas permukaan laut yaitu mencapai  $\pm 83,41\%$  dari seluruh wilayah, secara rinci disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kondisi Topografi Kabupaten Kuningan

No.	Ketinggian (mdpl)	Luas (Ha)	Persen (%)
1	< 100	12.171,236	10,18%
2	100-500	67.548,647	56,18%
3	500-1000	32.555,501	27,23%
4	1.000-1.500	3.490,429	2,92%
5	1.500-2.000	2.713,076	2,27%
6	2.000-2.500	727,656	0,61%
7	> 2.500	364,576	0,30%
	<b>Total</b>	<b>119.571,121</b>	<b>100%</b>

Sumber : RTRW Kabupaten Kuningan tahun 2011-2031

### C. Klimatologi

Tipe iklim di Kabupaten Kuningan termasuk tipe iklim Schmidt dan Ferguson tipe C dengan rentang suhu udara 18-32°C dan rentang tingkat kelembapan 73-84%. Curah hujan berkisar antara 1.000–4.000 mm per tahun.

### D. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di Kabupaten Kuningan didominasi oleh hutan dengan luas hampir sepertiga dari luas wilayah. Selanjutnya adalah pertanian lahan basah dan tegalan/kebun campuran, sebagaimana tergambar pada tabel berikut.

Tabel 2. Penggunaan Lahan di Kabupaten Kuningan

No	Penggunaan Lahan	Luas (Hektar)	Persentase
1	Hutan	36.816,73	30,79%
2	Pertanian Lahan Basah	29.735,74	24,87%
3	Tegalan/Kebun campuran	27.959,67	23,38%
4	Permukiman	9.685,68	8,10%
5	Pertanian Lahan Kering	7.531,00	6,30%
6	Lain-lain	4.945,15	4,14%
7	Padang Rumput	1.933,79	1,62%
8	Kolam	963,36	0,81%
<b>Jumlah</b>		<b>119.571,12</b>	<b>100,00%</b>

Sumber: Bappeda Kabupaten Kuningan, 2017

Data di atas menggambarkan bahwa lebih dari separuh lahan yang ada di Kabupaten Kuningan adalah lahan produktif dan ditambah dengan area hutan yang luas. Artinya, lahan di Kabupaten Kuningan berpotensi menjadi sumber penghidupan masyarakat.

### E. Potensi Pengembangan Wilayah

Berdasarkan dokumen Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Kuningan 2009-2029, Kabupaten Kuningan memiliki

banyak potensi yang berpeluang untuk dikembangkan, antara lain dari sisi lokasi adalah sebagai berikut.

1. Kabupaten Kuningan berada pada lintasan jalan regional yang menghubungkan PKN Cirebon dengan wilayah Priangan Timur dan sebagai jalan alternatif jalur tengah yang menghubungkan PKN Bandung-Majalengka dengan Jawa Tengah, sehingga berpotensi untuk pelayanan jasa arus pergerakan orang/barang, pengembangan sarana dan prasarana transportasi wilayah.
2. Salah satu batas administrasi dari Kabupaten Kuningan adalah Kota Cirebon yang merupakan PKN (Pusat Kegiatan Nasional) dan menjadi pusat pelayanan bagi wilayah Kabupaten Kuningan dan sekitarnya, sehingga dapat memberikan pengaruh besar terhadap pembangunan Kabupaten Kuningan.
3. Keberadaan Kabupaten Kuningan dekat dengan Bandar Udara Internasional Jawa Barat (BIJB) di Majalengka, yang memiliki potensi besar terhadap peningkatan aksesibilitas antarwilayah dan sebagai prasarana penunjang transportasi bagi Kabupaten Kuningan.
4. Kabupaten Kuningan berada di Kawasan Ciayumajakuning (*Cirebon-Indramayu-Majalengka-Kuningan*) karena terletak pada kawasan yang mempunyai akses tinggi terhadap jalur intra regional, sehingga Kabupaten Kuningan menjadi salah satu kawasan andalan dengan berbagai sektor unggulan yang dapat menjadi penyokong pertumbuhan ekonomi bagi kawasan tersebut maupun kawasan sekitarnya.
5. Kabupaten Kuningan termasuk ke dalam Kawasan Cibening (*Cirebon-Brebes- Kuningan*) dengan pusat pengembangan wilayah selatan Kabupaten Kuningan tepatnya di Cibingbin, sehingga berpotensi untuk memajukan wilayah selatan dan terjadi pembangunan yang merata di setiap wilayah di Kabupaten Kuningan.

6. Posisi Kabupaten Kuningan yang berada di belakang dan lebih tinggi dari wilayah Cirebon memiliki potensi sebagai daerah sistem penyangga kehidupan masyarakat di wilayah tersebut, khususnya dalam hal penyediaan air bersih.

## F. Demografi

Penduduk Kuningan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan laju pertumbuhan penduduk kurang dari 0,5% setiap tahunnya. Bahkan tahun 2015-2016 laju pertumbuhan penduduk bisa ditekan hingga 0,26%, sebagaimana tergambar pada tabel berikut.

**Tabel 3. Informasi Demografi Kabupaten Kuningan Tahun 2012-2016**

INDIKATOR	TAHUN				
	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Demografi</b>					
1. Jumlah Penduduk (jiwa)	1.133.164	1.138.399	1.143.723	1.149.566	1.152.663
a. Laki-laki	573.710	576.544	579.430	582.526	594.856
b. Perempuan	559.454	561.855	564.293	567.040	557.807
c. Rasio	102,5	102,6	102,7	102,7	106,6
2. Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )	1.195,71				
3. Kepadatan Penduduk (jiwa per km <sup>2</sup> )	948	952	957	961	964
4. Laju Pertumbuhan Penduduk (persen)	0,479	0,462	0,468	0,511	0,269
5. Jumlah Rumah Tangga	302.762	304.237	306.274	307.878	312.896
6. Jumlah Penduduk menurut Kelompok Umur (jiwa)					
a. 0-14	304.043	305.337	306.680	308.076	308.233
b. 15-64	748.268	751.844	755.482	759.392	762.237
c. 65+	80.853	81.218	81.561	82.098	82.193
7. Jumlah Penduduk menurut Status Perkawinan (jiwa)					
a. Belum Kawin	471.001	472.404	474.006	476.517	482.856

b. Kawin	591.260	594.548	596.678	599.091	598.502
c. Cerai	70.903	71.447	73.039	73.958	71.305
8. Jumlah Penduduk 10 Tahun ke Atas menurut Status	945.118	949.578	954.092	959.084	959.084
Perkawinan (jiwa)					
a. Belum Kawin	282.955	283.583	284.375	285.922	289.277
b. Kawin	591.260	594.548	596.678	599.172	598.502
c. Cerai	70.903	71.447	73.039	73.990	71.305
9. Jumlah Penduduk Perempuan Usia 15-49 Tahun menurut Kelompok Umur (jiwa)	290.698	291.805	292.909	294.111	290.246
INDIKATOR	TAHUN				
	2012	2013	2014	2015	2016
a. 15-19	45.686	46.008	46.334	46.664	45.831
b. 20-24	28.645	28.809	28.959	29.126	28.769
c. 25-29	37.127	37.244	37.374	37.521	36.984
d. 30-34	45.459	45.595	45.729	45.864	45.363
e. 35-39	45.721	45.846	45.974	46.118	45.419
f. 40-44	48.259	48.382	48.493	48.627	48.052
g. 45-49	39.801	39.921	40.046	40.191	39.828
10. Jumlah Penduduk Perempuan Usia 15-49 Tahun Pernah Kawin menurut Kelompok Umur (jiwa)	226.487	227.232	227.997	228.132	225.521
a. 15-19	2.267	2.274	1.806	1.625	1.573
b. 20-24	14.598	14.749	14.955	14.931	14.871
c. 25-29	33.170	33.268	33.474	33.567	33.079
d. 30-34	44.149	44.280	44.486	44.563	44.122
e. 35-39	44.824	44.941	45.147	45.219	44.549
f. 40-44	47.678	47.800	48.006	48.051	47.514
g. 45-49	39.801	39.920	40.123	40.176	39.813
11. Jumlah Penduduk Perempuan Usia 15-49 Tahun Berstatus Kawin menurut Kelompok Umur (jiwa)	212.639	216.815	218.608	218.741	216.395
a. 15-19	2.267	2.274	1.806	1.625	1.573
b. 20-24	14.246	14.313	14.534	14.655	14.598
c. 25-29	32.249	32.734	33.004	33.085	32.605
d. 30-34	42.415	43.171	43.563	43.614	43.207
e. 35-39	41.914	42.917	43.358	43.397	42.768
f. 40-44	44.582	45.440	45.917	45.926	45.480
g. 45-49	34.966	35.966	36.426	36.439	36.164
12. Angka Beban Tanggungan (ABT)	51,44	51,41	51,39	51,38	51,22

## G. Aspek Kesejahteraan Masyarakat

Angka Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) konstan Kabupaten Kuningan dari tahun 2010 sampai tahun 2017 terus menunjukkan peningkatan di masing-masing sektor terutama di 11 (sebelas) sektor yaitu: (1) Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang; (2) Konstruksi; (3) Transportasi dan Pergudangan; (4) Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum; (5) Informasi dan Komunikasi; (6) Jasa Keuangan dan Asuransi; (7) Real

Estate; (8) Jasa Perusahaan; (9) Jasa Pendidikan; (10) Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial; dan (11) Jasa Lainnya. Sementara sektor yang tumbuh melambat; yaitu: (1) Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan; (2) Pertambangan dan Penggalian; (3) Industri Pengolahan; (4) Pengadaan Listrik dan Gas; Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor; dan (6) Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib (Sumber: Laporan Rancangan Awal RPJMD 2018–2023 Kabupaten Kuningan).

Berdasarkan kebijakan Rencana Tata Ruang dan Wilayah 2011-2031, tercatat bahwa secara geografis Kabupaten Kuningan yang terbagi menjadi dua kelompok ketinggian yaitu dataran tinggi di bagian barat dan utara dan dataran rendah di bagian timur dan selatan, menggambarkan bahwa memiliki potensi pertanian tanaman dataran tinggi maupun dataran rendah. Hal ini ditunjang dengan cukupnya curah hujan dan persediaan air tanah dalam jumlah yang besar sehingga memungkinkan dioptimalisasikannya produksi pertanian di Kabupaten Kuningan. Lahan sawah yang mengandalkan pengairannya dari tadah hujan hanya sekitar 8.258 ha dari total 29.078 ha artinya lebih dari dua per tiga lahan sawah sudah memiliki sistem pengairan yang cukup baik dan memungkinkan untuk dioptimalkannya hasil pertanian bahan makanan pokok. Kabupaten Kuningan dikenal sebagai salah satu daerah yang surplus bahan makanan pokok. Hal ini dapat dilihat dari produktivitas pertanian yang cukup baik di mana sistem pengairan lahan sawah menjadi salah satu faktor penunjang.

Beberapa potensi strategis sektor pertanian, antara lain: a. Keanekaragaman di sektor pertanian dan subsektornya, memang berpotensi dikembangkan di Kabupaten Kuningan, bahkan mengalami surplus di beberapa kecamatan yang berpotensi untuk memenuhi kebutuhan tiap penduduknya maupun dapat diekspor ke wilayah lain. b. Sektor pertanian dengan kegiatan yang berlangsung pada seluruh subsistemnya berfokus pada subsistem pengolahan (agroindustri)

yang secara keseluruhan mewujudkan kawasan agropolitan yang padu dan telah ditetapkan dalam Masterplan Agropolitan yang berupa penetapan distrik, komoditi dan produk unggulan pertanian di Kabupaten Kuningan. c. Kabupaten Kuningan merupakan wilayah agropolitan yang dibuktikan dengan pangsa (*share*) terbesarnya berasal dari sektor pertanian yang memiliki kesempatan kerja, produktivitas lahan dan tenaga kerja pertanian yang relatif tinggi sebagai implikasi dari tingginya tingkat penerapan teknologi; serta didominasi oleh unit-unit kegiatan basis yang sebagian besar produknya dipasarkan ke luar daerah (ekspor regional). Selain itu, penting diperhatikan juga, bahwa berdasarkan data penggunaan lahan tampak bahwa penggunaan lahan di Kabupaten Kuningan didominasi oleh lahan pertanian, baik pertanian lahan basah (24,87%) maupun pertanian lahan kering (6,30%). Data tersebut menggambarkan bahwa pertanian merupakan sektor penting yang berkontribusi terhadap capaian ekonomi lokal. Akan tetapi, meski pertanian menjadi sektor penyangga utama perekonomian daerah, sering kali tidak berbanding lurus dengan kesejahteraan petani itu sendiri. Salah satu produk pertanian di Kabupaten Kuningan adalah produk Kopi Desa Gunungmanik, Kuningan Provinsi Jawa Barat.



**Gambar 2. Produk Hasil Tani Kopi Robusta Desa Gunungmanik, Kuningan**

Sumber: Olah Data Penulis (2022)

# Konsep Kopi

## A. Sejarah Kopi Indonesia

Sejarah kopi di India dimulai pada tahun 1696 ketika Belanda membawa kopi dari Malabar, India, ke Jawa. Mereka menanam kopi di Kedawung, sebuah perkebunan yang terletak di dekat Batavia. Namun, upaya ini gagal karena pabrik rusak akibat gempa dan banjir.

Upaya kedua dilakukan pada tahun 1699 dengan mendatangkan potongan pohon kopi dari Malabar. Pada tahun 1706 sampel kopi yang dihasilkan dari tumbuhan di Jawa dikirim ke Belanda untuk diteliti di Kebun Raya Amsterdam. Hasilnya sukses besar, kopi yang dihasilkan sangat berkualitas. Selanjutnya, tanaman kopi ini dijadikan bibit untuk semua perkebunan yang dikembangkan di Indonesia. Belanda juga memperluas ekspansi kopi ke Sumatera, Sulawesi, Bali, Timor dan pulau-pulau lain di Indonesia.

Pada tahun 1878 terjadi tragedi yang memilukan. Hampir seluruh perkebunan kopi di Indonesia, terutama yang berada di dataran rendah rusak oleh penyakit karat daun atau *Hemileia vastatrix* (HV). Saat itu semua tanaman kopi di Indonesia adalah jenis arabika (*Coffea*



*arabica*). Untuk mengatasinya Belanda mengimpor jenis kopi liberika (*Coffea liberica*) yang diduga lebih tahan terhadap penyakit karat daun.

Hingga beberapa tahun lalu, kopi liberika menggantikan kopi arabika di perkebunan dataran rendah. Di pasar Eropa, saat itu kopi liberika dihargai sama dengan arabika. Namun, ternyata tanaman kopi liberika juga mengalami hal yang sama, yaitu rusak akibat karat daun. Kemudian pada tahun 1907 Belanda mendatangkan jenis lain yaitu kopi robusta (*Coffea canephora*). Usaha kali ini berhasil, hingga saat ini perkebunan kopi robusta di dataran rendah masih bertahan. Hingga saat ini robusta menempati sekitar 90 persen produksi kopi nasional. Setelah Indonesia merdeka pada tahun 1945, semua perkebunan kopi Belanda di Indonesia dinasionalisasi. Sejak saat itu Belanda tidak lagi menjadi pemasok kopi dunia.

Tanaman kopi (*Coffea* spp.) merupakan komoditas ekspor unggulan yang dikembangkan di Indonesia **karena** memiliki nilai ekonomi yang relatif tinggi di pasar dunia. Permintaan kopi Indonesia terus meningkat dari waktu ke waktu karena misalnya kopi robusta memiliki keunggulan yang cukup kuat dan kopi arabika memiliki karakteristik rasa yang unik dan sangat baik (asam, aroma, rasa) (Gumulya & Helmi, 2017).

## **B. Jenis-Jenis Tanaman Kopi**

Berdasarkan informasi di atas bahwasanya terdapat 3 jenis tanaman kopi, yaitu kopi arabika, liberika, dan robusta.

### **Kopi Arabika**

Kopi arabika merupakan kopi pertama yang masuk ke Indonesia. Kopi ini dapat tumbuh pada ketinggian optimum sekitar 1.000 hingga 1.200 m dpl. Semakin tinggi tempat berlindung, semakin enak rasa bijinya. Selain itu, kopi jenis ini sangat rentan terhadap penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *Hemileia vastatrix*, terutama pada

ketinggian kurang dari 600 hingga 700 m dpl. Penyakit karat daun ini dapat menyebabkan produksi dan kualitas biji kopi menurun. Oleh karena itu, perkebunan kopi arabika hanya terdapat di daerah tertentu saja.



**Gambar 3. Tanaman Kopi Arabika**

Kopi arabika dapat bertahan pada periode kering yang parah, meskipun tidak memerlukan bulan kering. Hal ini dikarenakan kopi arabika tumbuh pada ketinggian yang lebih tinggi dan relatif lebih lembap serta memiliki akar yang lebih dalam dibandingkan kopi robusta. Selain itu, kopi arabika memiliki suhu rata-rata berkisar antara 17-21°C.

Karakter morfologi kopi arabika yang unik adalah bentuk mahkota yang kecil dan ramping, ada yang ramping dan ukuran daun yang kecil. Biji kopi arabika memiliki beberapa ciri dibandingkan dengan jenis biji kopi lainnya, seperti bentuk agak memanjang, bidang cembung yang tidak terlalu tinggi, lebih bercahaya dibandingkan jenis lainnya, ujung biji mengilat, dan lekukan rata di bagian tengah (Anshori, 2019).

## Kopi Liberika

Banyak jenis kopi libera ditanam di tanah gambut pasang surut dan tanah mineral di dekat permukaan laut. Curah hujan yang dibutuhkan untuk kopi Liberika adalah 1.250–3.500 mm/tahun. Bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm/bulan) yang dibutuhkan kopi robusta dan liberika adalah sama, yaitu sekitar 3 bulan/tahun (Sianipar, 2017).



Gambar 4. Tanaman Kopi Liberika

## Kopi Robusta

Kopi robusta merupakan kopi terbaru yang dikembangkan oleh pemerintah Belanda di Indonesia. Kopi ini lebih tahan terhadap jamur *Hemileia vastatrix* dan memiliki produksi yang lebih tinggi dibandingkan kopi liberika. Namun, rasanya tidak sebaik kopi arabika sehingga di pasar internasional kopi jenis ini memiliki indeks harga yang lebih rendah dari kopi arabika. Kopi ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian di atas 600 hingga 700 m dpl. Selain itu, kopi ini sangat membutuhkan tiga bulan kering berturut-turut diikuti

dengan curah hujan yang cukup. Masa kering ini diperlukan untuk pembentukan primordia bunga, pembungaan, dan penyerbukan. Suhu rata-rata yang dibutuhkan oleh pabrik kopi robusta berkisar antara 20–24°C.



**Gambar 5. Kopi Robusta**

Karakter morfologi yang khas pada kopi robusta adalah tajuk lebar, karakter besar, ukuran daun lebih besar dari daun kopi arabika, dan memiliki bentuk pangkal tumpul. Selain itu, daun tumbuh berseberangan dengan batang, dahan dan dahan. Biji kopi robusta juga memiliki karakteristik yang membedakannya dengan biji kopi lainnya. Secara umum, biji kopi robusta memiliki rendemen yang lebih tinggi dibandingkan kopi arabika. Selain itu, ciri yang membedakan adalah bijinya agak bulat, lekukan bijinya lebih tebal dibandingkan kopi arabika (Feri Herwanto, 2019).

### **Botani dan Morfologi Tanaman Kopi Robusta**

Taksonomi tanaman kopi dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Magnoliophyta</i>

Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Subkelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea robusta</i>



**Gambar 6. Pohon Kopi Robusta**

Tanaman kopi merupakan jenis tanaman yang dikotil dan memiliki akar tunggang. Jenis akar tunggang ini hanya terdapat pada tanaman kopi robusta yang berasal dari semai, bukan semai. Kopi sendiri memiliki jenis akar yang dangkal dengan kedalaman 0-30 cm. Salah satu tanaman kopi adalah kopi robusta yang merupakan tanaman yang memiliki lima jenis cabang tanaman yaitu cabang primer, cabang sekunder, cabang reproduksi, cabang punggung, dan cabang kipas.

Morfologi tanaman kopi umumnya berbentuk lonjong, bergaris di sisi, bergelombang dan meruncing di ujung daun. Daun pada tanaman kopi tumbuh pada batang, dahan dan ranting yang tersusun berdampingan. Tekstur dan ketebalan daun kopi robusta lebih

kental dibandingkan kopi arabika. Daun tanaman kopi yang lebih tua berwarna hijau tua, sedangkan daun muda berwarna perunggu. Setiap ketiak daun memiliki 8-24 bunga, kelopak berwarna hijau tua, dan mahkota bunga terdiri dari 3-8 helai.

Tanaman kopi robusta memiliki ciri morfologi yaitu memiliki tajuk yang lebar dan ukuran daun yang lebih besar dibandingkan dengan kopi arabika atau jenis kopi lainnya. Selain itu, daun tanaman kopi robusta tumbuh berseberangan dengan batang, dahan dan ranting. Bagian kulit biji berupa selaput tipis berwarna hijau yang menutupi biji. Sementara endosperm adalah jaringan biji kopi yang kulitnya mengelilingi embrio, sedangkan embrio kopi robusta kecil berukuran 3-4 mm terdiri dari sumbu dan kotiledon.

Tanaman kopi umumnya mulai berbunga saat berumur 2 tahun. Bunga tanaman kopi ini keluar dari ketiak daun yang terletak pada batang utama tanaman kopi robusta. Tanaman kopi memiliki jenis malai monoceus, biseksual, aktinomorf, majemuk tak terhingga, memiliki diameter bunga sekitar 0,721-2,96 mm. Bagian bunga tanaman kopi dapat berasal dari pucuk sekunder dan tanaman reproduktif yang berubah fungsi menjadi kuncup bunga. Pada bunga tanaman kopi terdapat tabung yang panjangnya sekitar 1,5 cm dan memiliki putik yang bercabang menjadi dua dan terpisah dari benang sari.

Buah kopi umumnya berwarna hijau untuk yang masih mentah dan ketika sudah matang buah kopi berubah menjadi merah. Buah dalam kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging tanaman kopi umumnya terdiri dari tiga bagian, yaitu lapisan kulit luar (*exocarp*), lapisan daging buah (*mesocarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endocarp*). Buah tanaman kopi umumnya mengandung dua biji di dalamnya yang biasa disebut kopi lanang atau kopi jantan (Feri Herwanto, 2019).

## Syarat Tumbuh Tanaman Kopi Robusta

Tanaman kopi pada umumnya dapat tumbuh dengan berbagai kondisi lingkungan. Namun, untuk mencapai hasil yang optimal diperlukan persyaratan tertentu. Tanaman kopi robusta dapat ditanam pada ketinggian sekitar 200-800 mdpl dan tanaman ini tidak mudah terserang hama. Ketinggian tempat penanaman kopi akan memengaruhi proses pertumbuhan dan ukuran biji, semakin tinggi elevasi maka pertumbuhan tanaman kopi akan semakin lambat dan biji yang dihasilkan akan semakin besar.

Kondisi lingkungan tumbuh yang memengaruhi produktivitas tanaman kopi adalah tinggi dan jenis curah hujan, sehingga jenis kopi yang ditanam harus disesuaikan dengan ketinggian dan kondisi curah hujan di daerah setempat. Curah hujan yang tinggi juga dapat memengaruhi produktivitas tanaman kopi.

### C. Cara Pembibitan Tanaman Kopi

Tanaman kopi dapat diperbanyak secara vegetatif dengan menggunakan bagian tanaman dan secara generatif dengan menggunakan biji atau biji. Perbanyak secara generatif lebih umum digunakan karena mudah dilaksanakan, waktu yang dibutuhkan lebih singkat untuk menghasilkan benih siap tanam dibandingkan dengan perbanyak benih secara vegetatif (klonal). Beberapa keuntungan perbanyak kopi secara klonal adalah: -Memiliki sifat yang sama dengan tanaman induknya. Kualitas hasil seragam. -Memanfaatkan sifat unggul batang atas dan batang bawah. -Memiliki umur berbuah lebih awal (*precociousness*). Penyambungan dan setek merupakan perbanyak klonal tanaman kopi yang paling banyak digunakan. Tujuan okulasi bibit kopi adalah untuk memanfaatkan dua sifat unggul bibit batang bawah yang tahan terhadap nematoda parasit akar, dan karakteristik unggulan batang atas yaitu memiliki produksi yang tinggi dan kualitas biji yang baik. Sementara perbanyak

klonal tanaman kopi dengan setek hanya memanfaatkan salah satu sifat unggul sumber bahan tanaman (Bayu, 2020).



**Gambar 7. Pembibitan Tanaman Kopi**

### **Penyetekan**

- 1) Entres yang digunakan masih hijau dan kenyal, tidak terlalu muda atau tua. Umur pucuk antara 3-6 bulan, karena pada umur tersebut sudah cukup baik untuk setek.
- 2) Pucuk kopi yang digunakan berada pada 2-4 ruas dari pucuk. Setek menjadi satu ruas 6-8 cm sepasang daun ditangkupkan, pangkalnya dipotong miring satu arah.
- 3) Setek yang telah disiapkan ditanam dengan cara dimasukkan ke dalam media tanam sehingga daunnya menyentuh permukaan media. Setek ditanam dengan jarak tanam 5-10 cm. Setelah setek ditanam, mereka ditutup dengan plastik.
- 4) Setelah setek ditanam, media tanam langsung disiram dengan air, hati-hati jangan sampai merusak media tanam. Penyiraman dapat dilakukan 1-2 hari sekali dengan cara membuka tutupnya dan langsung menutupnya kembali.



### **Pemindahan setek dilakukan:**

- 1) Setelah setek berumur  $\pm$  3 bulan dilakukan penyesuaian dengan membuka tutup secara bertahap, dan pada umur + 4 bulan setek dipindahkan ke persemaian dengan menggunakan kantong plastik berisi pasir:tanah:pupuk kandang dengan perbandingan 1:2:1.
- 2) Setek siap ditanam di kebun setelah berumur  $\pm$  7 bulan di persemaian.

### **Penyambungan**

Okulasi kopi adalah sambung gunting atau biasa disebut entres pada bibit kopi dewasa yang digunakan sebagai batang bawah. Penyambungan dilakukan di persemaian dengan menggunakan bibit kopi bubuk yang berumur 5-6 bulan sejak bibit disemai. Adapun teknik dan tata cara okulasi bibit kopi dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- 1) Kumpulkan batang atas dan bibit batang bawah berumur 5-6 bulan. Kriteria bibit siap okulasi adalah ukuran batang bawah seukuran pensil.
- 2) Penyambungan dilakukan dengan memotong bibit batang bawah setinggi 15-20 cm dan menyisakan 1-3 pasang daun untuk bibit batang bawah.
- 3) Bibit batang bawah yang sudah dipotong, diiris tengahnya sepanjang 2-3 cm, untuk okulasi pada batang atas.
- 4) Batang atas diambil dari lubang kebun, dipotong sepanjang 7 cm (3 cm di atas dan 4 cm di bawah).
- 5) Daun pada batang atas dibuang, dan pangkal batang atas diiris kedua sisinya membentuk huruf V.
- 6) Penyambungan pucuk batang atas ke batang bibit batang bawah, dan sambungan dingin menggunakan rafia atau tali plastik.

- 7) Sambungan ditutup dengan kantong plastik transparan, alas tutup didinginkan agar kelembapan tetap terjaga dan udara tidak masuk.
- 8) Pengamatan hasil okulasi dilakukan setelah dua minggu, bila pucuk masih hidup, cangkokan masih segar atau hijau dan bila cangkok mati menetas berwarna hitam, tutup dibuka/ dilepas bila pucuk sudah tumbuh cukup besar.
- 9) Tali pengikat terbuka saat mata rantai sudah padat dan tali pengikat mulai mengganggu pertumbuhan batang.

Ada cara mengganti perkebunan kopi robusta dengan perkebunan kopi arabika. Teknologi untuk merehabilitasi kopi robusta menjadi kopi arabika dapat dilakukan tanpa harus membongkar tanaman kopi robusta yang sudah tua yaitu dengan kloning. Teknik kloning ini sangat diminati oleh petani. Petani umumnya tertarik karena teknologi kloning ini cukup mudah diterapkan dan produksi kopi robusta masih bisa memanen hasilnya. Kloning kopi robusta menjadi kopi arabika dilakukan dengan teknik *top grafting* menggunakan air tunas. Salah satu kelemahan yang dialami pada saat penyambungan adalah pada musim kemarau, dikarenakan kondisi kambium tanaman kopi robusta yang tidak aktif sehingga proporsi penyambungan hidup sangat kecil. Oleh karena itu, disarankan kepada petani agar okulasi dilakukan pada saat tanaman kopi tumbuh sehat, dan dilakukan pada musim hujan.

#### **D. Pemupukan Tanaman Kopi**

Tujuan pemupukan adalah untuk menjaga ketahanan tanaman, meningkatkan produksi dan mutu hasil serta menjaga stabilitas produksi yang tinggi. Seperti tanaman lainnya, pemupukan pada umumnya harus tepat waktu, dosis dan jenis pupuk serta cara pengaplikasiannya. Itu semua tergantung pada jenis tanah, iklim dan umur tanaman. Pupuk dapat ditempatkan sekitar 30-40 cm dari batang utama. Panduan singkat dosis pemupukan kopi ada pada tabel berikut.

**Tabel 4. Pedoman Dosis Pemupukan Tanaman Kopi**

Umur Tanaman (Tahun)	Awal musim hujan (gram/tahun)				Akhir musim hujan			
	Urea	SP36	KCL	kieserit	Urea	SP36	KCL	kieserit
1	20	25	25	25	20	25	25	25
2	50	40	40	40	50	40	40	40
3	75	50	50	50	75	50	50	50
4	100	50	50	50	100	50	50	50
5-10	150	80	80	80	150	80	80	80
>-10	200	100	100	100	200	100	100	100

Sumber : (Prastowo et al., 2010)

Dosis pemupukan biasanya mengikuti umur tanaman, kondisi tanah, tanaman dan iklim. Pemupukan biasanya juga mengikuti jarak tanam, dan bisa diletakkan sekitar 30-40 cm dari batang utama. Sementara untuk tanaman lain, pelaksanaan pemupukan harus tepat waktu, tepat jenis, tepat dosis, dan tepat cara aplikasinya.

### **E. Pemangkasan Tanaman Kopi**

Manfaat dan fungsi pemangkasan secara umum adalah untuk menjaga agar pohon tetap rendah sehingga mudah dipelihara, membentuk cabang produksi baru, memungkinkan cahaya masuk dan memudahkan pengendalian hama dan penyakit. Pemangkasan juga dapat dilakukan saat panen sambil membuang cabang yang tidak produktif, liar atau tua. Cabang yang kurang produktif dipangkas agar unsur hara yang diberikan dapat disalurkan ke batang yang lebih produktif. Secara morfologi buah kopi akan muncul pada percabangan, oleh karena itu perlu diperoleh cabang yang banyak. Pemangkasan dilakukan tidak hanya untuk menghasilkan cabang (pertumbuhan vegetatif) tetapi juga untuk menghasilkan buah yang banyak.

Pada umumnya kalus dengan sistem multibatang tidak bergantung pada individu pohon, sehingga banyak dikembangkan di negara-negara yang tenaga kerjanya sulit dan mahal. Oleh karena itu, pada umumnya perusahaan perkebunan besar di Indonesia banyak yang menggunakan pemangkasan dengan sistem batang tunggal, sedangkan perkebunan rakyat kebanyakan menggunakan sistem batang ganda. Untuk menentukan pilihan sistem mana yang lebih baik sangat dipengaruhi oleh kondisi agroekosistem dan jenis kopi yang ditanam. Sistem batang tunggal lebih cocok untuk jenis kopi arabika karena jenis kopi ini banyak membentuk cabang kedua dan sistem ini lebih mengarah pada pengaturan peremajaan cabang. Dengan demikian, jika peremajaan cabang yang merupakan inti dari sistem ini tidak diperhatikan, produksi akan cepat menurun, karena pohon menjadi berbentuk payung. Untuk daerah basah dan dataran rendah, di mana pertumbuhan batang baru lebih cepat, sistem batang ganda lebih ditujukan untuk peremajaan batang sehingga lebih cocok. Sebaliknya, sistem ini umumnya tidak cocok untuk tanaman kopi tua dengan daya regenerasi lemah (Subantoro & Aziz, 2019).

### **Sistem Pemangkasan**

Ada dua jenis sistem pemangkasan, yaitu pemangkasan batang tunggal dan pemangkasan banyak batang. Perusahaan perkebunan besar di Indonesia umumnya menggunakan sistem pemangkasan batang tunggal. Pada umumnya perkebunan rakyat kebanyakan menggunakan sistem berbatang ganda. Sistem batang berganda umumnya kurang individual atau bergantung pada kondisi antarpohon kopi. Untuk negara-negara yang mengalami kendala tenaga kerja, seperti Hawaii, Amerika Tengah/Selatan dan Afrika Timur, sistem ini telah dikembangkan secara luas. Sistem mana yang lebih baik sangat dipengaruhi oleh kondisi ekologi dan jenis kopi yang ditanam. Sistem batang tunggal lebih cocok untuk jenis kopi yang banyak membentuk cabang sekunder, misalnya kopi arabika, karena

sistem ini lebih mengarah pada pengaturan peremajaan cabang. Oleh karena itu, jika peremajaan cabang yang merupakan inti dari sistem ini tidak diperhatikan, produksi akan cepat menurun, karena pohon menjadi berbentuk payung. Sistem batang ganda lebih ditujukan untuk peremajaan batang dan karena itu lebih cocok untuk daerah basah dan dataran rendah, di mana pertumbuhan batang baru lebih cepat. Di sisi lain, sistem ini umumnya tidak cocok untuk tanaman tua dengan daya regenerasi yang lemah (kecuali tanpa perawatan rutin).

### **Tujuan Pemangkasan**

Kedua sistem tersebut dapat dibedakan tiga macam pemangkasan yaitu:

- pemangkasan bentuk
- pemangkasan produksi (pemangkasan pemeliharaan)
- pemangkasan rejuvenasi (peremajaan)

Pemangkasan pada budi daya kopi bertujuan untuk membentuk rangka tanaman yang kuat dan seimbang. Tanaman menjadi tidak terlalu tinggi, cabang samping dapat tumbuh dan berkembang menjadi lebih kuat dan panjang. Selain itu, kanopi lanskap menutup lebih cepat. Hal ini penting untuk mencegah kerusakan dan erosi.

Pemangkasan produksi bertujuan untuk menjaga keseimbangan kerangka tanaman yang telah diperoleh melalui bentuk makanan. Pemangkasan cabang tidak produktif yang biasanya tumbuh pada cabang primer, cabang belakang, dan cabang cacing (adventif). Pemangkasan cabang tua yang tidak produktif biasanya 2-3 kali berbuah, hal ini bertujuan untuk memacu pertumbuhan cabang produksi. Jika tidak ada cabang reproduktif, maka cabang tersebut juga harus dipotong agar unsur hara dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan cabang lain yang lebih produktif. Pemangkasan juga dilakukan pada cabang yang terserang hama agar tidak menjadi sumber inang.

Pemangkasan peremajaan bertujuan untuk mendapatkan batang muda, untuk sistem batang ganda, pemangkasan produksi juga merupakan pemangkasan peremajaan. Pemangkasan ini dilakukan pada saat produksi rendah tetapi kondisi pohon masih cukup baik. Untuk lokasi kebun yang banyak tanaman mati (lebih dari 50%) sebaiknya dicabut dan ditanam kembali. Pemangkasan dilakukan pada batang dengan ketinggian +50 cm, menjelang musim hujan. Jika batang terlihat “mulus”, biasanya wiwil sulit keluar, kurang lebih 1 tahun sebelum peremajaan tanaman harus dipotong (*stumped*). Agar produksi tidak menurun drastis, peremajaan pujungga dihentikan pada akhir tahun panen (akhir tahun).

## F. Pengendalian Hama dan Penyakit

Secara garis besar penurunan produktivitas kopi ditentukan oleh berbagai faktor, di antaranya oleh Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Terdapat tiga (3) jenis OPT utama yang menyerang tanaman kopi yaitu hama (Hama Penggerek Buah Kopi atau PBKo), nematoda parasit (*Pratylenchus coffeae*) dan penyakit (Penyakit Karat Daun Kopi) (Mukrimaa et al., 2016).

### Hama

PHT hama PBKo telah diterapkan di Amerika Latin. Tiga komponen utama yang diintegrasikan adalah sebagai berikut.

1. Pengendalian dengan teknik budi daya atau agronomi yang meliputi pemangkasan setelah pemanenan pohon kopi penyangga.
2. Sanitasi buah yang tersisa di pohon dan cabang-cabangnya.
3. Pemangkasan perangkat untuk penangkapan massal. Tingkat keefektifan ini dapat mencapai 90% dibandingkan dengan kontrol. Di Indonesia, pemasangan perangkat Brocap cukup efektif untuk menekan laju serangan pada kopi robusta di

Lampung. Hama utama pada tanaman kopi adalah sebagai berikut.

- 1) Nematoda parasit yaitu *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis*. Pengendalian disarankan menggunakan cara kimiawi seperti karbofuran (Curaterr 3 G) atau tanaman tahan, seperti klon BP 961.
- 2) Penggerek buah kopi, *Hypothenemus hampei*. Untuk pengendalian dianjurkan mengatur naungan agar tanaman tidak terlalu gelap, atau menggunakan parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* atau menggunakan tanaman yang masak bersama seperti USDA 762 untuk Arabica dan BP 234 dan BP 409.
- 3) Kutu kempis atau kutu putih *Planococcus citri*, yang direkomendasikan untuk dikendalikan dengan naungan atau cara kimia dengan insektisida propoxur (poxindo 50 WP).
- 4) Kutu hijau (*Coccus viridis*) atau kutu cokelat (*Saesetia coffeae*), pengendalian yang dianjurkan adalah pemeliharaan dan pemupukan berimbang atau cara kimia menggunakan tepung Sividol atau Carbaryl atau penyemprotan insektisida (Anthio 330n EC).
- 5) Penggerek cabang *Xylosandrus* spp. yang dikendalikan dengan cara memotong cabang yang terserang, memangkas dan membakar cabang tersebut.
- 6) Penggerek batang merah *Zeuzera coffeae*, direkomendasikan untuk pengendalian dengan memotong batang yang terinfeksi atau metode kimia dan biologi lainnya.

Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus Hampei Ferr*). Hama ini dikenal sebagai hama Bubuk Buah Kopi (BBK) dan termasuk dalam famili *Scolytidae*, ordo *Coleoptera*. Hama hanya menyerang dan berkembang biak pada berbagai jenis kopi. Serangga dewasa berwarna hitam kecokelatan. Panjang tubuh serangga betina 2 mm,

sedangkan jantan lebih kecil 1,2 mm, rata-rata perbandingan betina dan jantan adalah 10 : 1. Serangga jantan tidak dapat terbang, sedangkan betina terbang pada sore hari dari pukul 16.00 hingga 18.00 dengan rata-rata umur 103 hari dan 150 hari. Serangga masuk dari ujung buah, baik biji yang masih di pohon maupun yang sudah jatuh ke tanah. Pengendalian harus dilakukan saat intensitas serangan >10%. Pengendalian dapat dilakukan melalui sanitasi kebun, pemuliaan dan penguncian parasitoid *Cephalonomia stepiana* Deri dan menggunakan cendawan *Beauveria bassiana*. Sanitasi dilakukan dengan memetik buah. Memetik buah adalah mengambil semua buah yang rusak akibat serangan. *Looting* adalah mengambil semua buah yang dipanen sedangkan *leesan* adalah mengambil buah yang ada di tanah.

## Serangga

### Pengertian Serangga

Serangga pada umumnya merupakan kelompok hewan yang memiliki enam kaki (*hexapoda*), di mana tubuhnya tersusun atas tiga bagian yaitu kepala, dada, dan perut (Purwantiningsih et al., 2012).

### Klasifikasi Serangga

Serangga, khususnya mahasiswa di cabang biologi, disebut ahli entomologi. Serangga termasuk dalam filum *Arthropoda*. Artropoda berasal dari bahasa Yunani *arthro* yang berarti ruas dan *poda* yang berarti kaki, jadi artropoda adalah sekelompok hewan yang memiliki ciri utama kaki beruas-ruas. Subkelas *aptrygota* terbagi menjadi 4 ordo, dan subkelas *pterygota* masih terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok *exopterygota* (kelompok *pterygota* dengan metamorfosis sederhana) yang terdiri dari 15 ordo, dan *endopterygota* (kelompok dengan metamorfosis sempurna) terdiri dari 3 pesanan.



## **Hubungan dengan Tanaman**

Hubungan antara serangga dan tumbuhan merupakan hubungan timbal balik, dapat berupa hubungan mutualistik atau hubungan parasit, dalam hubungan mutualisme serangga atau tumbuhan akan tetap menguntungkan. Sementara dalam hubungan parasit tumbuhan sering kali berfungsi sebagai sumber makanan sehingga tumbuhan akan dirugikan, hampir 50% serangga merupakan pemakan tumbuhan atau herbivora.

## **Serangga sebagai Hama Tanaman**

Sebagian besar serangga yang merugikan petani adalah serangga pemakan tanaman, terutama tanaman budi daya. Namun, tidak menutup kemungkinan keberadaan serangga pemakan tumbuhan akan menguntungkan petani, jika tumbuhan yang dimakan adalah tumbuhan yang tidak dibudidayakan.

## **Serangga sebagai Pengendali Hayati**

Serangga memiliki peran sebagai predator alami. Peran tersebut secara tidak langsung menguntungkan petani, karena serangga yang berperan sebagai predator merupakan musuh alami hama. Dengan demikian, petani tidak perlu membasmi hama serangga dengan menggunakan insektisida. Pengendalian hama dapat dilakukan dengan memanfaatkan serangga yang berperan sebagai predator dan parasitoid.

## **Serangga sebagai Polinator**

Di musim semi terdapat banyak sumber makanan bagi penyerbuk ini atau tempat tinggal serangga ini. Sementara banyak penyerbuk mendapat manfaat dari kontak dengan bunga, yang dapat menyediakan sumber makanan, tempat berlindung, dan membangun sarang atau tempat berkembang biak, kontak ini dapat menjadi bagian

permanen dari kehidupan mereka yang menghasilkan interaksi konstan dengan tanaman.

Proses penyerbukan sering terjadi melalui serangga yang menyukai bagian bunga atau hinggap sesaat pada bagian bunga kemudian terbang atau berpindah ke bunga lain. Secara tidak langsung ini merupakan proses alami yang menguntungkan bagi tumbuhan maupun serangga. Dalam proses ini, serbuk sari pada bunga menempel pada organ serangga dan serangga membawa serbuk sari tersebut ke tanaman lain.

### **Habitat Serangga**

Serangga mudah ditemukan di berbagai tempat. Serangga dapat hinggap di tanaman, di tanah, di tumpukan jerami, di air, di tempat penyimpanan beras, bahkan di feses. Hal tersebut menjelaskan bahwa kelangsungan hidup organisme dalam suatu ekosistem ditentukan oleh faktor lingkungan fisik dan faktor organisme yang saling berinteraksi, jenis serangga yang berbeda, juga kemampuan organisme tersebut untuk bertahan hidup sesuai dengan kondisi lingkungan.

### **Penyakit**

Rendahnya produksi kopi arabika nasional tidak terlepas dari terbatasnya lahan yang cocok untuk menjembatannya, yaitu berupa kebutuhan ketinggian tempat penampungan di atas 1000 m dpl. Di dataran tinggi ini, selain aroma kopi arabika lebih harum, serangan jamur penyebab penyakit karat daun, *Hemileia vastatrix* B. et Br. juga akan terhambat. Sementara lahan yang tersedia sebagian besar berada pada ketinggian sedang (700-900 m dpi.), yaitu daerah yang banyak ditanami kopi robusta. Maka salah satu cara menghindari penyakit karat daun pada kopi arabika adalah dengan menanamnya pada lahan dengan ketinggian yang cukup yaitu di atas 1000 m dpi. Penyakit utama pada tanaman kopi adalah sebagai berikut.

- 1) Karat daun, dikendalikan dengan penanaman tanaman tahan (misal S 795) serta pemangkasan dan pemupukan agar tanaman kuat dan fit serta menggunakan cara kimia dengan fungisida kontak (misal Cupravit OB 21 dll).
- 2) Bercak daun, dikendalikan dengan memberikan naungan yang cukup tetapi tanaman tidak lembap dan cara kimiawi dengan menyemprotkan Bavistin 50 WP dll.
- 3) Jamur, dikendalikan dengan memotong batang yang sakit dan membakar potongan atau dengan menggunakan fungisida Calixin RP dil.
- 4) Polong busuk dan cabang busuk, dikendalikan dengan memetik buah yang terinfeksi dan membakar/mengubur buah atau secara kimia menggunakan fungisida Delsene MX 200 atau sejenisnya.
- 5) Jamur akar cokelat, dikendalikan dengan membongkar akar tanaman yang terbakar kemudian membakarnya dan tidak menanam kembali sisa-sisanya selama minimal 2 tahun.
- 6) Penyakit busuk batang, dikendalikan dengan pengaturan naungan agar mendapat sinar matahari yang cukup atau menyemprot persemaian dengan Delsene MX 200.

Penyakit karat daun kopi (KDK) disebabkan oleh jamur *Hemileia vastatrix*, penyakit ini hanya menyerang kopi arabika. Itulah sebabnya kopi di Indonesia didominasi robusta kecuali di dataran tinggi. Pada penyakit ini, spora berperan penting dalam penyebarannya, yang disebut Urediospora, terbentuk dalam jumlah besar. Jamur ini hanya menginfeksi daun dari mulut kulit daun bagian bawah. Penularan melalui udara, angin, serangga, burung dan manusia. Waktu perkecambahan tergantung pada suhu dan air yang dibutuhkan. Suhu optimal adalah 21-25°C. Daun yang berada di buku ke-2 dan ke-3 lebih rentan terhadap serangan jamur.

Gejala serangan sangat spesifik yaitu pada permukaan bawah daun terdapat bercak-bercak yang awalnya berwarna kuning muda,

kemudian kuning tua. Bintik-bintik ini membentuk bubuk oranye terang yang terdiri dari Urediospora. Bintik-bintik yang berwarna coklat tua hingga hitam dan lebih kering. Pada serangan berat bintik-bintik dipenuhi daun sehingga daun rontok dan gundul.

Tindakan pengendalian, jika serangan berkisar dari sedang hingga berat. Pengendalian hanya dimungkinkan dengan varietas tahan pestisida kimia dan kultur teknis. Penyemprotan sebaiknya dilakukan di tempat-tempat yang diserang. Sistem peringatan dini sangat diperlukan dan harus dievaluasi setiap 0,5-1 bulan.

## **Nematoda**

Diakui bahwa sebagian besar program konversi kopi robusta tersembunyi menjadi kopi arabika di dataran tinggi tengah mengalami beberapa kendala bahkan menimbulkan masalah baru, yaitu munculnya serangan nematoda *Radopholus similis* Cobb. Namun, berdasarkan uji ketahanan stadium benih, diketahui bahwa sebagian besar klon kopi robusta rentan terhadap nematoda *Pratylenchus coffeae*, sedangkan kopi arabika kerdil tidak hanya rentan terhadap *R.similis*, tetapi juga rentan terhadap *P.coffeae*. Klon kopi robusta BP 308 yang tahan terhadap nematoda bersifat *cross cyclic*, sehingga pada saat diperbanyak dengan biji ketahanannya akan terpisah. Untuk menjaga ketahanan, metode perbanyakan yang dianjurkan adalah secara klonal, salah satunya dengan setek.

Hampir seluruh sentra produksi kopi di Indonesia diserang oleh nematoda *Pratylenchus coffeae* yang menjadi kendala utama dalam pengembangan kopi. Penurunan produksi kopi robusta oleh nematoda ini bisa mencapai 78,4%. Pada kopi arabika, tanaman hanya bisa hidup 2 tahun. Ini dikenal sebagai nematoda luka akar kopi dan memiliki siklus hidup 45-48 hari. Masa inkubasi telur 15-17 hari, masa larva 15-17 hari dan masa prabertelur 15 hari. Faktor yang memengaruhi perkembangan populasi adalah vegetasi, suhu

dan kondisi tanah. Lebih dari 200 spesies adalah tanaman inang. Nematoda dapat bertahan hidup 8 bulan di tanah tanpa tanaman inang. Namun, pada musim kemarau, nematoda tidak dapat bertahan hidup pada suhu 38°C dan sensitif terhadap kelembapan tanah yang tinggi dan sinar ultraviolet.

Gejala kerusakan di atas tanah tidak spesifik. Benih yang terserang menjadi kerdil, kurus, daun kecil, menguning dan rontok. Daun yang tersisa biasanya hanya daun bagian atas. Proses kematian tanaman akibat serangan nematoda berlangsung lambat. Bagian tumbuhan bawah tanah sangat spesifik sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi serangan nematoda. Jika menyerang akar serabut yang masih aktif menyerap unsur hara, maka akan menyebabkan akar rusak dan tidak berfungsi. Tanaman mudah diguncang dan dicabut. Serangan nematoda terkadang diikuti oleh serangan kutu putih akar (*Planococcus* sp).

Pengendalian nematoda ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- 1) Melakukan pergiliran tanaman dengan tanaman bukan inang yaitu bengali koro (*Mucuna* sp), cacao linda, dan tebu.
- 2) Penanaman batang bawah tahan nematoda seperti kopi excelsa dan beberapa klon kopi konuga, kopi robusta BP 961 dan BP 595.
- 3) Penggunaan nematoda dazoment dan methansodium di pembibitan dan oksamil, karbofuran, etoprofos dan kadusafos di lapangan.
- 4) Aplikasi bahan organik (pupuk kandang dan sekam kopi).

## G. Panen Kopi

Pemanenan buah kopi perlu dilakukan dengan hati-hati oleh para pekerja agar yang dipanen hanya buah kopi yang sudah masak fisiologis yaitu buah kopi merah. Ceri kopi hijau atau kuning belum

diklasifikasikan sebagai ceri kopi matang. Oleh karena itu, buah ceri kopi harus selalu dipetik dari buah ceri merah agar diperoleh biji yang berkualitas baik (Kembaren & Muchsin, 2021).



**Gambar 8. Panen Kopi**

### **Persiapan Panen**

Pada saat pemanenan buah yang perlu diperhatikan adalah warna buah yaitu maksimal merah dan minimal kuning. Dengan melihat warna buahnya, seseorang dapat memperkirakan kualitas kopi yang akan diperoleh. Beberapa tahapan masa pemasakan buah kopi adalah sebagai berikut.

#### **1) Buah masih muda**

- Warna buah hijau
- Jika terpetik maka warna fisik biji yang dihasilkan hitam-putih pucat dan menimbulkan cacat cita rasa, seperti *grassy*, *bitterness*, *astringency* yang sangat tinggi
- Tidak boleh dipetik

**2) Buah kuning atau sebagian besar masih hijau kekuningan**

- Menghasilkan biji keabu-abuan sampai hijau pucat
- Menghasilkan cacat cita rasa *grassy, bitterness, astringency* yang sangat tinggi
- Tidak boleh dipetik



**Gambar 9. Buah Kuning atau Sebagian Besar Masih Hijau Kekuningan**

**3) Buah merah kekuningan, sebagian besar berwarna merah**

- Fisik biji keabu-abuan
- Aroma dan cita rasa bagus, tidak ada cacat cita rasa
- Boleh dipetik



**Gambar 10. Buah Merah Kekuningan, Sebagian Besar Berwarna Merah**

- 4) **Buah warna merah masak penuh**
  - Fisik biji keabu-abuan
  - Aroma dan cita rasa bagus, tidak ada cacat cita rasa
  - Harus segera dipetik
- 5) **Buah kelewat masak, warna merah tua kehitaman, sebagian sudah kering**
  - Warna fisik biji hitam sebagian sampai cokelat
  - Aroma berkurang dan timbul cacat cita rasa stink
  - Harus dipetik

### **Waktu Panen Kopi**

Ceri kopi tidak matang sekaligus. Oleh karena itu, pemanenan buah kopi merah dilakukan pada waktu yang tepat dan dilakukan secara bertahap. Panen buah kopi tergantung iklim setempat, di Pulau Jawa biasanya dilakukan pada bulan Mei sampai September. Selain iklim, waktu panen juga dipengaruhi oleh jenis kopi. Oleh karena itu, waktu panen kopi arabika dan kopi robusta berbeda. Di Jawa dan Bali, robusta dipanen pada Juli hingga September, sedangkan kopi arabika tiba lebih awal, pada Mei hingga Juli. Di Sumatera Utara dan Aceh yang terletak di utara khatulistiwa, puncak musim panen terjadi 2 kali dalam setahun, yaitu Februari-April dan September-November.

### **Cara Panen Buah Kopi**

Pemanenan buah kopi dilakukan secara manual, dilakukan berulang kali dalam beberapa putaran pemetikan, menunggu buah menjadi merah sempurna. Hindari memetik buah kopi yang masih hijau atau kuning. Pemetikan buah kopi merah dilakukan satu per satu untuk setiap tandan buah kopi yang ada di pohon. Buah kopi merah yang sudah dipetik kemudian dimasukkan ke dalam keranjang.





**Gambar 11. Buah Kopi yang Sudah Dipanen**

Buah yang dipanen harus diproses pada hari yang sama. Keterlambatan waktu pengolahan akan menyebabkan penurunan mutu fisik benih dan rasa yang lebih menyengat atau fermentasi. Namun, sebelum diolah, buah yang sudah dipetik harus disortir terlebih dahulu, untuk memisahkan buah hijau dan kuning yang ikut dipetik. Juga untuk memisahkan dari ranting, daun, dan kotoran buah. Beberapa tahapan panen buah kopi adalah sebagai berikut.

- 1) Petik bubuk, adalah pemetikan yang dilakukan sebelum petik buah merah. Hal ini karena buah masak awal adalah buah-buah yang terserang Penggerek Buah Kopi (PBKo). Buah-buah hasil petik bubuk direndam dalam air panas terlebih dahulu sebelum dijemur/diolah kering.
- 2) Petik merah, adalah pemetikan setelah beberapa bulan petik bubuk. Pemetikan merah hanya memetik buah-buah kopi merah. Pemanenan ini dilakukan secara berulang-ulang yaitu 5-6 kali, bahkan ada yang lebih 9-10 kali (untuk daerah yang sebaran hujannya merata). Interval antara pemanenan satu dengan yang lain disebut putaran petik, yaitu 10-20 hari sekali untuk setiap putaran, tetapi pada umumnya 14 hari sekali. Panen sistem petik merah ini biasanya dilakukan tenaga-tenaga wanita yang umumnya lebih teliti dan kapasitas hasil

panennya rata-rata 40 kg/buah/hari kerja. Keuntungan sistem petik merah adalah biji kopi yang dihasilkan bermutu tinggi dan rendemen biji kopi juga tinggi, yaitu 14-18% untuk kopi arabika.

- 3) Petik racut, adalah pemetikan pada akhir panen buah kopi, biasanya sekitar bulan Agustus/September. Semua sisa buah kopi yang ada di pohon meskipun masih hijau dipetik semua (racut). Petik racut bertujuan untuk memutus rantai siklus hidup hama Penggerek Buah Kopi (PBKo). Setelah petik racut, dilakukan lelesan (menggambil buah-buah yang terjatuh di bawah pohon), sehingga di kebun tidak terdapat buah kopi lagi, baik di pohon maupun tanah.

### **Cara-Cara Pengolahan Biji Kopi**

Menurut Panen & September-November (n.d.) cara-cara pengolahan biji kopi ada beberapa cara, yaitu sebagai berikut.

#### **Pengolahan Natural**

- Proses fermentasinya tidak menggunakan air. Proses biji kopi yang telah dipetik, disortasi, langsung dijemur dengan kulitnya tanpa melakukan proses pengupasan dan pencucian.
- Penjemuran pada proses kering ini dilakukan selama 5-6 minggu. Setelah kering, kopi baru digiling. Hal inilah yang kemudian membuat metode *dry wash* atau natural dapat menghasilkan cita rasa yang lebih beragam.

#### **Pengolahan *Honey Process***

- Ceri kopi yang telah lolos sortir kemudian dikupas, tetapi menyisakan lapisan lendirnya (*mucilage*) dikeringkan di bawah sinar matahari.
- Lapisan lendir tersebut yang menjadi kunci utama *honey process* karena menyimpan kandungan gula serta *acidity*

sehingga rasa yang dihasilkan adalah manis yang tinggi dengan keasaman yang seimbang.

- Perbedaan jumlah lendir yang masih menempel membuat biji kopi yang melalui proses ini dan telah dikeringkan dibagi menjadi tiga warna yakni *red* (50% lapisan lendir), *yellow* (25% lapisan lendir), dan *black honey* (100% lapisan lendir).

### **Pengolahan *Full Wash***

- Buah kopi dipetik
- Sortasi dimasukkan ke dalam air
- Pengupasan kulit dan daging biji menggunakan mesin pulping
- Dimasukkan ke dalam bak penampung. Proses ini dilakukan untuk melarutkan lendir yang masih menempel pada kulit kopi
- Proses perendaman dilakukan selama 12-34 jam (selama proses perendaman, air rendaman ini diganti sebanyak satu kali).
- Tahap selanjutnya adalah penjemuran untuk mengurangi kadar air pada biji kopi hingga rasio 10-12%.
- Biji kopi disimpan terlebih dahulu untuk diistirahatkan atau *resting*.
- Biji kopi dimasukkan ke dalam huller untuk melepaskan, kemungkinan gagalanya relatif sangat kecil.
- Kopi yang diolah relatif akan menghasilkan seduhan yang *clean* atau karakter rasa yang lebih jernih.
- Selain itu, umumnya kopi yang menggunakan proses ini memiliki aroma yang lebih kuat, *body* ringan, *aftertaste* lebih berkesan.

## Pengolahan Semi-wash

- Buah kopi dipetik
- Sortasi dimasukkan ke dalam air
- Pengupasan kulit dan daging biji menggunakan mesin pulping
- Biji kopi direndam selama 1-2 jam
- Biji kopi diangkat lalu dijemur hingga kulit *parchment* terbuka. Saat kulit *parchment* terbuka, biji kopi akan mengering lebih cepat jika dibandingkan dengan proses basah (*washed*)
- Proses selanjutnya adalah pengupasan kulit beras dilakukan dengan menggunakan huller
- Pada metode basah, aroma tanah akan memberikan rasa *bitter*, tetapi pada metode semi-washed sedikit berbeda. Aroma tanah ini menghasilkan aroma *spicy* serta profil yang kuat



# *Internet of things (IoT)*

## A. Pengenalan *Internet of Things (IoT)*

### 1. Konsep *Internet of Things (IoT)*

Perangkat *Internet of Things (IoT)* terdiri dari jaringan perangkat yang saling terkait yang berfungsi untuk menghubungkan dan berbagi data dengan perangkat IoT lainnya dan cloud, serta teknologi seperti sensor dan perangkat lunak. Perangkat IoT biasanya terdiri dari mesin digital dan mekanis, serta barang konsumen. IoT semakin banyak digunakan oleh organisasi di berbagai industri untuk membuat operasi mereka lebih efisien, memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan mereka, mempermudah proses pengambilan keputusan mereka, dan meningkatkan nilai bisnis mereka. Dengan *Internet of Things*, data dapat dikirim melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi antara manusia dan komputer atau antara manusia dan manusia. Di internet, sesuatu dapat berupa seseorang yang memiliki implan monitor jantung, hewan ternak yang memiliki transponder biochip, mobil yang memiliki sensor yang dipasang di dalamnya

untuk memberi tahu pengemudi bahwa tekanan ban rendah, atau makhluk hidup atau individu lainnya. membuat item yang memiliki kemampuan untuk diberi alamat protokol internet dan memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan.

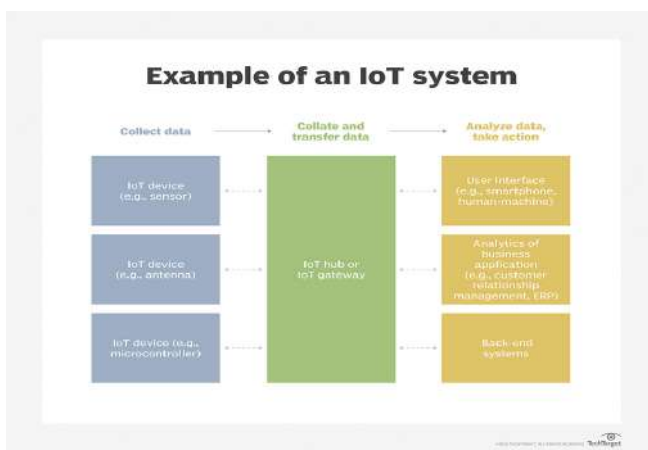
IoT membantu orang hidup dan bekerja lebih cerdas. Konsumen, misalnya, dapat menggunakan perangkat yang disematkan IoT—seperti mobil, jam tangan pintar, atau termostat—untuk meningkatkan kehidupan mereka. Misalnya, saat seseorang tiba di rumah, mobilnya dapat berkomunikasi dengan garasi untuk membuka pintu; termostat mereka dapat menyesuaikan dengan suhu yang telah ditentukan; dan pencahayaannya dapat diatur ke intensitas dan warna yang lebih rendah. Selain menawarkan perangkat pintar untuk mengotomatisasi rumah, IoT sangat penting untuk bisnis. Ini memberi organisasi pandangan waktu nyata tentang bagaimana sistem mereka benar-benar bekerja, memberikan wawasan tentang segala hal mulai dari kinerja mesin hingga rantai pasokan dan operasi logistik.

IoT memungkinkan mesin untuk menyelesaikan tugas yang membosankan tanpa campur tangan manusia. Perusahaan dapat mengotomatisasi proses, mengurangi biaya tenaga kerja, mengurangi limbah, dan meningkatkan penyampaian layanan. IoT membantu membuatnya lebih murah untuk memproduksi dan mengirimkan barang, dan menawarkan transparansi ke dalam transaksi pelanggan. IoT adalah salah satu teknologi terpenting dan terus berkembang seiring semakin banyaknya bisnis yang menyadari potensi perangkat yang terhubung agar tetap kompetitif.

## **2. Cara Kerja *Internet of Things***

Ekosistem IoT terdiri dari perangkat pintar berkemampuan web yang menggunakan sistem tersemat—seperti prosesor, sensor, dan perangkat keras komunikasi—untuk mengumpulkan,

mengirim, dan menindaklanjuti data yang mereka peroleh dari lingkungan mereka. Perangkat IoT membagikan data sensor yang mereka kumpulkan dengan menghubungkan ke gateway IoT, yang bertindak sebagai hub pusat tempat perangkat IoT dapat mengirim data. Sebelum data dibagikan, itu juga dapat dikirim ke perangkat tepi tempat data tersebut dianalisis secara lokal. Menganalisis data secara lokal mengurangi volume data yang dikirim ke cloud, yang meminimalkan konsumsi *bandwidth*.



**Gambar 12. Sistem *Internet of Things* (IoT)**

Sumber: Olah Data Penulis (2022)

Terkadang, perangkat ini berkomunikasi dengan perangkat terkait lainnya dan menindaklanjuti informasi yang mereka dapatkan dari satu sama lain. Perangkat melakukan sebagian besar pekerjaan tanpa campur tangan manusia, meskipun orang dapat berinteraksi dengan perangkat—misalnya, untuk mengaturnya, memberi mereka instruksi atau mengakses data. Konektivitas, jaringan, dan protokol komunikasi yang digunakan dengan perangkat yang mendukung web ini sangat bergantung pada aplikasi IoT spesifik yang diterapkan. IoT juga dapat menggunakan kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin



untuk membantu membuat proses pengumpulan data menjadi lebih mudah dan lebih dinamis.

### 3. *Komponen Internet of Things*

Setelah melihat cara kerja dari IoT, saatnya untuk mengenal komponen-komponen penting dalam teknologi IoT. Apa saja kira-kira? Sehubungan dengan cara kerja IoT, komponen-komponen yang dibutuhkan yakni sensor/*actuators*, perangkat IoT, IoT gateway, dan IoT backend. Sensor ini sebenarnya menjadi pembeda utama antara perangkat IoT dengan perangkat elektronik lainnya karena mampu mengubah jaringan pasif menjadi sistem aktif yang bebas untuk diintegrasikan ke perangkat lainnya. Sementara itu, sensor pun terhubung dengan perangkat IoT.

Umumnya, sebuah perangkat IoT bisa memiliki lebih dari satu sensor, tergantung dengan pemakaian. Tanpa adanya perangkat, jelas *user* atau pengguna tidak bisa melaksanakan fitur-fitur dari IoT, dan sensor pun tidak bisa menerima *request* atau mengendalikan perangkat. Lalu, IoT gateway berfungsi untuk menghubungkan sensor dan perangkat dengan internet melalui penggunaan infrastruktur cloud. Terakhir adalah IoT backend yang memiliki beberapa fungsi sekaligus, menjadikannya sebagai komponen integral dalam IoT. Salah satu fungsi utama dari IoT backend di antaranya adalah menyimpan dan memproses data.

Selebihnya, IoT sendiri memiliki beberapa *layer* atau dikenal dengan *technology architecture* yang mencakup 4 level berbeda, dimulai dari level fisik (*hardware*) sampai *end-user*. Berikut penjelasan lengkapnya.

#### 1. Level fisik

Dalam penggunaan IoT, *hardware* yang berukuran lebih kecil merupakan *hardware* yang lebih laris di pasaran karena pengguna memang lebih menyukai bentuk perangkat yang praktis. Selain itu, produksi *hardware* yang berukuran *compact*

juga tentunya lebih *cost-effective*. Beberapa komponen yang masuk dalam level fisik di antaranya adalah sensor/*actuators*, *processor*, *device operating system*, serta perangkat.

## 2. Level komunikasi

Level komunikasi berhubungan dengan jaringan internet. Di dalamnya, terdapat data *link protocols*, *network/transport protocols*, serta *session protocols*. Data *link protocols* mencakup *range* dan *bandwidth*, mulai dari *short range-long bandwidth* sampai *long range-high bandwidth*. Sementara *network/transport protocols* contohnya seperti IPv4 dan IPv6. Terakhir, *session protocols* meliputi MQTT, FTP, dan SSH.

## 3. Level sistem

Level sistem ini meliputi backend, IoT platform (*middleware*, *database*, *processing/analytics*, *network/device management*) serta komponen presentasi atau visualisasi. Bisa dikatakan bahwa level sistem mencakup kebutuhan *software* dari IoT.

## 4. Level pengguna

Di level pengguna, dibagi lagi menjadi dua kategori, yakni konsumen dan bisnis. Apa saja yang termasuk dalam IoT konsumen? Contohnya seperti aplikasi IoT di rumah untuk menunjang gaya hidup, IoT untuk fasilitas kesehatan, serta IoT untuk mobilitas. IoT bisnis meliputi IoT dalam ritel, industri, infrastruktur publik, energi, serta layanan umum.

Setidaknya ada empat unsur pembentuk IoT, yaitu konektivitas, sensor, AI, dan perangkat berukuran kecil (mikro). Berikut masing-masing penjelasannya.

#### 4. Unsur-Unsur *Internet of Things*

##### Konektivitas

Konektivitas IoT adalah metode koneksi antara elemen-elemen dalam sistem IoT, yang dapat mencakup aplikasi, platform, *router*, dan sensor, serta sistem lain yang memerlukan konektivitas untuk “menyalurkan” ke cloud. Opsi untuk konektivitas IoT biasanya dikategorikan berdasarkan konsumsi daya, jangkauan, dan kebutuhan *bandwidth*. Banyak bisnis yang mengandalkan konektivitas IoT. Bisnis yang berhasil menerapkan IoT mendapatkan kemampuan untuk berekspansi ke pasar baru, mengembangkan penawaran produk baru, dan menjelajahi model bisnis baru. Konektivitas dapat membantu bisnis mengembangkan pendapatan baru dengan mendapatkan diferensiasi dan keunggulan kompetitif atas perusahaan lain di tempat mereka. Agar jaringan IoT berfungsi dengan baik, konektivitas sangat penting. Membuat pilihan yang tepat untuk konektivitas adalah landasan ekosistem IoT yang efektif. Itu membuat perbedaan antara perangkat yang akan menyebabkan tak nyamannya pelanggan dan perangkat yang dapat dengan cepat menjadi bagian penting dan terintegrasi dari kehidupan mereka. Jika jaringan yang digunakan tidak stabil maka komunikasi jadi tidak dapat dilakukan. Akibatnya kinerja suatu objek atau perangkat menjadi tidak efisien. Perlu diingat bahwa jaringan koneksi yang stabil tidak tergantung dari sumber daya yang dimiliki (biaya dan kapasitas jaringan yang besar). Menggunakan jaringan sederhana dan murah nyatanya sudah mampu membuat komunikasi antarjaringan berjalan seperti yang seharusnya. Solusi konektivitas IoT terdiri dari kompromi antara konsumsi daya, *bandwidth*, dan *range*, belum lagi biaya implementasi dan dukungan berkelanjutan.

Keragaman perangkat pintar yang menggunakan setiap jenis konektivitas IoT tumbuh dengan pesat, dan pertumbuhan itu diperkirakan akan terus berlanjut. Berikut adalah beberapa contoh metode yang paling umum digunakan.

1. Seluler (3G, 4G, 5G): Salah satu yang paling terkenal adalah seluler karena hampir setiap orang memiliki telepon seluler saat ini. Ponsel kami menawarkan jangkauan yang luas dengan *bandwidth* yang sangat tinggi. Namun, konsumsi dayanya yang tinggi menguras baterai dan sering kali perlu untuk mengisi daya perangkat setiap hari atau setiap jam. Seluler tidak akan cocok untuk perangkat dan aplikasi dengan jaringan sensor jarak jauh bertenaga baterai mengingat persyaratan konsumsi daya yang tinggi.
2. Wi-Fi: Jaringan Wi-Fi dapat membawa lebih banyak data daripada seluler dengan mengurangi jangkauan. Mereka juga memiliki konsumsi daya yang tinggi, seperti seluler. Jadi, mereka digunakan dengan perangkat jarak pendek yang dapat mengatur kebutuhan daya yang besar. Meskipun aplikasi Wi-Fi tersedia untuk penggunaan di luar ruangan, Anda akan sering menemukan perangkat Wi-Fi yang dirancang untuk digunakan di lingkungan dalam ruangan seperti rumah, restoran, bisnis, kafe, dan bandara. *Router* internet dan sistem otomatisasi rumah menggunakan Wi-Fi.
3. Bluetooth: Elektronik konsumen sering menggunakan Bluetooth mengingat kebutuhan mereka akan *bandwidth* tinggi dan jangkauan terbatas. Tidak seperti Wi-Fi, mereka membutuhkan energi yang rendah. Beberapa contohnya adalah *earbud*, peralatan olahraga, dan *speaker portable*.
4. Satelit: Tidak ada yang mengalahkan satelit untuk memenuhi kebutuhan jarak dan ini merupakan pilihan yang bagus ketika jangkauan merupakan faktor terpenting untuk konektivitas jaringan. Ada perangkat komunikasi satelit yang tersedia

ketika orang berada di luar jaringan tanpa akses melalui cara lain. Ini tidak banyak digunakan sekarang meskipun bisa mendapatkan daya tarik.

5. **Ethernet:** Ethernet menghubungkan jaringan area lokal kabel (LAN) sehingga perangkat dapat berkomunikasi. Ini bermanfaat saat mentransmisikan sejumlah besar data dengan cepat. Namun, itu memang membutuhkan koneksi, sering kali menjadikannya metode yang kurang diinginkan. Ethernet umumnya digunakan untuk perangkat transmisi video seperti kamera dan robotika.
6. **Jaringan Area Luas Daya Rendah (LPWAN):** Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, teknologi LPWAN digunakan untuk perangkat yang tersebar di area yang luas dengan kebutuhan daya dan *bandwidth* rendah yang membutuhkan jangkauan tinggi dengan daya rendah dan *bandwidth* rendah. Penggunaan LPWAN berkembang, dengan sejumlah penyedia mengembangkan solusi mereka sendiri seperti Sigfox dan LoRa. LPWAN dapat digunakan untuk hal-hal seperti *smart metering*, infrastruktur kota, pertanian, dan lain-lain. Operator juga menawarkan NB-IoT, LTE Cat-M1, yang merupakan opsi seluler yang dirancang untuk bersaing dengan LPWAN.

## 5. Sensor

Perkembangan teknologi di dunia ini semakin hari semakin berkembang pesat. Banyak sekali bermunculan teknologi-teknologi digital yang semakin canggih. Contohnya saja IoT yang merupakan teknologi di mana berbagai perangkat bersensor saling terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan mentransfer data. Secara umum IoT ini memiliki beberapa komponen teknologi pendukung yang memungkinkan IoT ini dapat bekerja secara maksimal, salah satunya adalah sensor.

Sensor memiliki peranan yang penting, mereka diciptakan untuk menunjang kinerja sistem *Internet of Things* sehingga dapat bekerja secara optimal. Secara garis besar, sensor adalah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi sesuatu. Objek yang dapat dideteksi dapat berupa suhu, cahaya, kecepatan, jarak, suara bahkan dapat mengukur besaran sesuatu. Seiring berkembangnya industri 4.0 di bidang teknologi, ada banyak jenis sensor IoT yang digunakan. Berikut ini merupakan beberapa sensor yang umum digunakan.

1. Sensor Suhu (*Temperature Sensor*): Sensor suhu atau *temperature* berfungsi untuk melakukan pengukuran jumlah energi panas dari suatu sumber, memungkinkan sensor ini untuk mendeteksi perubahan suhu dan merekam perubahan itu menjadi sebuah data. Sensor suhu ini banyak digunakan dalam sistem IoT, mesin yang digunakan dalam produksi sering kali membutuhkan suhu lingkungan pada tingkat tertentu. Contohnya saja dalam industri pertanian, di mana suhu tanaman merupakan faktor penting untuk tanaman bertumbuh. Berikut ini adalah bentuk dari sensor suhu atau *temperature*.



**Gambar 13. Sensor Suhu atau *Temperature***

Sumber: [nl.krohne.com](http://nl.krohne.com)

2. Sensor Kelembapan (*Humidity Sensor*): Meskipun sedikit mirip dengan sensor suhu, tetapi sensor jenis ini lebih

kepada mengukur jumlah uap air di atmosfer, udara, atau gas lainnya. Sensor ini dapat ditemukan di banyak tempat seperti rumah sakit dan tempat meteorologi untuk memprediksi cuaca. Sensor kelembapan atau *humidity* ini biasanya dapat kita temukan dalam sistem pemanas, ventilasi dan pendingin udara. Berikut ini adalah bentuk dari sensor kelembapan.



**Gambar 14. Sensor Kelembapan atau *Humidity***

Sumber: AliExpress.com

3. Sensor Tekanan (*Pressure Sensor*): Jenis sensor yang sering digunakan dalam bidang IoT lainnya adalah sensor tekanan atau *pressure sensor*. Seperti namanya, sensor ini digunakan untuk mendeteksi perubahan tekanan. Contoh penggunaan umumnya adalah sistem pemantauan tekanan ban (*Tyre Pressure Monitoring System*), sensor tekanan akan mengingatkan pengemudi saat tekanan ban terlalu rendah. Sensor tekanan dapat ditemukan pada kendaraan pintar dan pesawat terbang untuk menentukan kekuatan dan ketinggian. Berikut adalah wujud dari sensor tekanan.



**Gambar 15. Sensor Tekanan atau *Pressure***

Sumber: [www.hydac.com](http://www.hydac.com)

4. **Sensor Jarak:** Sensor jarak atau *proximity* merupakan sensor yang sangat cocok untuk diterapkan pada aplikasi yang membutuhkan perhitungan jarak antara suatu benda dengan benda yang lain. Sensor jarak ini digunakan untuk mendeteksi objek-objek yang tidak terhubung di dekat sensor. Sensor jenis ini memancarkan medan elektromagnetik atau radiasi seperti inframerah. Penggunaan sensor ini banyak diterapkan pada industri ritel, karena mampu mendeteksi gerakan antara pelanggan dengan produk yang disukai. Sensor ini juga digunakan pada area parkir, jalur perakitan dan distribusi manufaktur.



**Gambar 16. Sensor Tekanan atau *Proximity***

Sumber: [robu.in](http://robu.in)

5. **Sensor *Flow Meter*:** *Flow Meter Sensor* merupakan alat yang penggunaannya untuk menentukan keberadaan bahan aliran seperti zat cair, gas atau bubuk dalam



jalur aliran, kemudian kecepatan aliran dan massa atau total volume material yang mengalir. Sensor *flow meter* bekerja dengan bermacam cara tergantung dari jenis *flow meter* itu. Ada yang berdasarkan pada kecepatan aliran, perbedaan tekanan, variasi suhu, volume ruang dan lainnya.

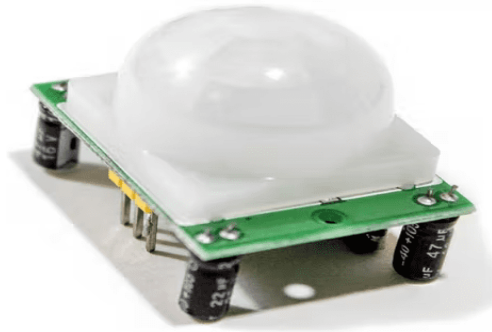


**Gambar 17. Sensor Flow Meter**

6. Sensor Gas: Memantau dan mendeteksi perubahan kualitas udara merupakan fungsi dari sensor gas. Sensor ini dapat mendeteksi adanya gas beracun, mudah terbakar atau berbahaya. Bidang industri yang paling umum menggunakan teknologi sensor gas adalah pertambangan, minyak dan gas, penelitian dan manufaktur kimia. Contoh yang sering kita temukan di kehidupan sehari-hari adalah detektor karbondioksida yang biasanya digunakan di rumah.
7. Sensor Inframerah: Sensor ini memiliki kemampuan utama untuk mendeteksi radiasi inframerah pada sebuah perangkat elektronik. Sensor ini juga mampu mengukur panas yang dipancarkan suatu benda. Sensor inframerah sering digunakan dalam berbagai industri IoT, contohnya manufaktur televisi digital, robotik, jalur perakitan mesin, dan lain sebagainya.
8. Sensor Cahaya: Sensor cahaya digunakan terhadap objek

yang berupa cahaya. Ada 3 macam jenis sensor cahaya di antaranya fotovoltaic, fotokonduktif, dan fan fotolistrik.

9. Sensor Optik: Sensor optik merupakan alat yang mampu mengubah sinar cahaya menjadi sinyal listrik. Dalam industri otomotif sensor ini memberikan peranan penting dalam pengembangan mobil tanpa pengemudi atau mobil otonom. Sensor jenis ini dapat mengenali tanda, rintangan dan hal lain yang akan diperhatikan pengemudi saat mengemudi atau parkir.
10. Sensor Gerak: Sensor gerak mendeteksi gerakan fisik di suatu area. Tentu saja, sensor ini memainkan peran penting dalam industri keamanan, tetapi mereka digunakan di hampir setiap industri. Aplikasi termasuk wastafel otomatis dan *flusher* toilet, kontrol pintu otomatis, sistem manajemen energi, dan sistem parkir otomatis. Sensor gerak standar termasuk ultrasonik, *microwave*, dan inframerah pasif (PIR).



**Gambar 18. Sensor Gerak**

11. Sensor Kelembapan: Sensor ini mengukur jumlah uap air di udara. Penggunaan umum termasuk sistem pemanas dan pendingin udara (HVAC) dan pemantauan dan prediksi cuaca. Ketika kelembapan harus dikontrol dengan ketat, seperti di museum, rumah sakit, dan rumah kaca, sensor kelembapan membantu prosesnya.

## 6. Artificial Intelligence

IoT tidak memiliki kemampuan untuk mengumpulkan serta menganalisis data seperti yang dilakukan AI. Itulah sebabnya, perusahaan mulai mengombinasikan keduanya untuk mengoptimalkan fungsi perangkat dalam mendukung *remote working* serta pengambilan keputusan.

Dalam kolaborasi keduanya, IoT berperan sebagai penyedia data yang kemudian akan diolah oleh AI untuk dijadikan dasar pengambilan tindakan. Sebab, AI mampu memberikan respons yang lebih beragam dan tepat dibandingkan dengan IoT dalam sebuah situasi. Bahkan, AI juga mampu menangani serangan *cyber crime* dengan melakukan tindakan secara otomatis untuk mengamankan ketika serangan muncul.

Beberapa contoh pemanfaatan AI dan IoT dalam berbagai industri yaitu sebagai berikut.

1. Kesehatan. *Medical devices* yang mampu melakukan pendeteksian atau prediksi penyakit berdasarkan riwayat kesehatan pasien dan kondisinya saat ini (detak jantung, tekanan darah, kadar gula).
2. Properti. Pemasaran *smart home* yang saat ini mulai banyak dilakukan khususnya dalam lingkungan apartemen. Pada *smart home* biasanya berbagai perangkat yang ada memanfaatkan kombinasi AI dan IoT sehingga dapat dikendalikan jarak jauh menggunakan internet.
3. Otomotif. Meskipun belum benar-benar beredar secara penuh, tetapi saat ini *autonomous vehicles* masih terus berusaha dikembangkan. Mobil yang mampu berkendara sendiri ini menggunakan beragam teknologi AI dan IoT yang canggih serta melibatkan banyak sensor. Kombinasi AI dan IoT dapat bekerja secara optimal dengan koneksi internet yang stabil karena sistem

kerjanya yang berbasis internet. Untunglah saat ini penyediaan jaringan internet sudah terbilang cukup mudah. Tidak hanya untuk perusahaan di area perkotaan saja, perusahaan yang berada di area terpencil sekalipun bisa menikmati jaringan internet yang kuat dan stabil melalui layanan VSAT HTS dari Link Net.

Jaringannya yang memanfaatkan satelit mampu menawarkan koneksi kuat dan stabil di seluruh penjuru Indonesia. Bahkan untuk daerah terpencil yang sulit terjangkau dengan jaringan internet kabel. Bersama Link Net, Anda bisa selalu menikmati koneksi internet tanpa khawatir dengan lokasi usaha Anda.

#### 4. Perangkat Berukuran Kecil (Mikro)

Penggunaan perangkat berukuran kecil dalam perangkat IoT menjadi salah satu bukti perkembangan teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil suatu perangkat maka semakin murah juga biaya yang dikeluarkan. Meskipun kecil dan murah, penggunaannya untuk melakukan perintah tidak dapat dianggap remeh. Efektivitas, ketepatan, dan skalabilitas dari performa perangkat IoT sangat tinggi. Pengendali mikro (*microcontroller*) adalah sistem lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja. Mikrokontroler yang telah beredar di pasaran beragam dan bermacam-macam dan memiliki spesifikasi serta kegunaannya masing-masing. Jenis yang umum digunakan yaitu mikrokontroler AVR, mikrokontroler MCS

51, mikrokontroler ARM. Arduino adalah salah satu jenis mikrokontroler yang paling populer di dunia di mana menggunakan chip AVR sebagai mikrokontrolernya.

## B. Penerapan *Internet of Things*

Kemampuan IoT untuk memberikan informasi sensor serta memungkinkan komunikasi perangkat-ke-perangkat mendorong serangkaian aplikasi yang luas. Berikut ini adalah beberapa aplikasi yang paling populer dan apa yang mereka lakukan.

1. Ciptakan efisiensi baru di bidang manufaktur melalui pemantauan mesin dan pemantauan kualitas produk.

Alat berat dapat terus dipantau dan dianalisis untuk memastikan kinerjanya dalam toleransi yang diperlukan. Produk juga dapat dipantau secara *real-time* untuk mengidentifikasi dan mengatasi cacat kualitas.

2. Tingkatkan pelacakan dan “pagar cincin” aset fisik.

Pelacakan memungkinkan bisnis menentukan lokasi aset dengan cepat. Pagar cincin memungkinkan mereka untuk memastikan bahwa aset bernilai tinggi dilindungi dari pencurian dan pemindahan.

3. Gunakan perangkat yang dapat dikenakan untuk memantau analitik kesehatan manusia dan kondisi lingkungan.

Perangkat yang dapat dikenakan IoT memungkinkan orang untuk lebih memahami kesehatan mereka sendiri dan memungkinkan dokter memantau pasien dari jarak jauh. Teknologi ini juga memungkinkan perusahaan melacak kesehatan dan keselamatan karyawannya, yang sangat berguna bagi pekerja yang dipekerjakan dalam kondisi berbahaya.

4. Dorong efisiensi dan kemungkinan baru dalam proses yang ada.

Salah satu contohnya adalah penggunaan IoT untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam logistik yang

terhubung untuk manajemen armada. Perusahaan dapat menggunakan pemantauan armada IoT untuk mengarahkan truk secara *real-time* guna meningkatkan efisiensi.

5. Aktifkan perubahan proses bisnis.

Contohnya adalah penggunaan perangkat IoT untuk aset yang terhubung guna memantau kesehatan mesin jarak jauh dan memicu panggilan layanan untuk pemeliharaan preventif. Kemampuan untuk memantau mesin dari jarak jauh juga memungkinkan model bisnis produk-sebagai-layanan baru, di mana pelanggan tidak perlu lagi membeli produk melainkan membayar penggunaannya.

### C. Manfaat *Internet of Things*

Ada beberapa manfaat IoT yang dapat dirasakan oleh penggunanya sebagaimana dikutip dari buku *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)* oleh Yudho Yudhanto (2019), yaitu:

1. *Improved Customer Engagement*

IoT dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan mengotomatisasikan segala tindakan. Contohnya, IoT memungkinkan adanya sensor pendeteksi kerusakan pada mobil. Informasi kerusakan mobil akan langsung diterima oleh pabrik. Sehingga pada waktu pengemudi akan melakukan servis, pabrik akan memastikan bahwa bagian yang rusak tersedia di bengkel.

2. *Technical Optimization*

IoT membantu meningkatkan pemanfaatan teknologi. Contohnya, sensor mobil akan mengumpulkan data tentang kinerja mobil dan data akan didapatkan oleh pabrik. Sehingga pabrik dapat menganalisis dan melakukan optimalisasi seperti meningkatkan desain atau kinerja lainnya.

3. *Reduce Waste*

Sistem IoT menyediakan informasi *real-time* yang mengarah ke pengambilan keputusan yang efektif dan pengelolaan sumber

daya. Contohnya, ketika pabrik menemukan kesalahan pada banyak mesin, maka pabrik akan melacak dan memperbaiki masalah dengan sabuk manufaktur.

## **Manfaat IoT untuk Organisasi**

IoT menawarkan beberapa manfaat bagi organisasi. Beberapa manfaat bersifat khusus industri dan beberapa dapat diterapkan di berbagai industri. Manfaat umum untuk bisnis adalah sebagai berikut.

1. Memantau proses bisnis secara keseluruhan.
2. Meningkatkan pengalaman pelanggan.
3. Menghemat waktu dan uang.
4. Meningkatkan produktivitas karyawan.
5. Menyediakan integrasi dan model bisnis yang dapat diadaptasi.
6. Memungkinkan keputusan bisnis yang lebih baik.
7. Menghasilkan lebih banyak pendapatan.

IoT mendorong perusahaan untuk memikirkan kembali bagaimana mereka mendekati bisnis mereka dan memberi mereka alat untuk meningkatkan strategi bisnis mereka.

Secara umum, IoT paling melimpah di organisasi manufaktur, transportasi, dan utilitas yang menggunakan sensor dan perangkat IoT lainnya. Namun, ini juga memiliki kasus penggunaan untuk organisasi dalam industri pertanian, infrastruktur, dan automasi rumah, yang mengarahkan beberapa organisasi menuju transformasi digital.

IoT dapat menguntungkan petani di bidang pertanian dengan mempermudah pekerjaan mereka. Sensor dapat mengumpulkan data tentang curah hujan, kelembapan, suhu, dan kandungan tanah, serta IoT dapat membantu mengotomatiskan teknik pertanian.

IoT juga dapat membantu memantau operasi di sekitar infrastruktur. Sensor, misalnya, dapat memantau kejadian atau

perubahan dalam struktur bangunan, jembatan, dan infrastruktur lain yang berpotensi membahayakan keselamatan. Hal ini memberikan manfaat seperti peningkatan manajemen dan respons insiden, pengurangan biaya operasi, dan peningkatan kualitas layanan.

Bisnis automasi rumah dapat menggunakan IoT untuk memantau dan memanipulasi sistem mekanik dan kelistrikan di sebuah gedung. Dalam skala yang lebih luas, kota pintar dapat membantu warga mengurangi limbah dan konsumsi energi. IoT menyentuh setiap industri, termasuk perawatan kesehatan, keuangan, ritel, dan manufaktur.

#### **D. Keunggulan dan Kelemahan Penggunaan *Internet of Things* (IoT)**

Beberapa keunggulan IoT antara lain sebagai berikut.

1. Memungkinkan akses ke informasi dari mana saja, kapan saja, di perangkat apa saja.
2. Meningkatkan komunikasi antara perangkat elektronik yang terhubung.
3. Memungkinkan transfer paket data melalui jaringan yang terhubung, yang dapat menghemat waktu dan uang.
4. Mengumpulkan data dalam jumlah besar dari beberapa perangkat, membantu pengguna dan produsen.
5. Menganalisis data di edge, mengurangi jumlah data yang perlu dikirim ke cloud.
6. Mengotomatiskan tugas untuk meningkatkan kualitas layanan bisnis dan mengurangi kebutuhan akan campur tangan manusia.
7. Memungkinkan pasien layanan kesehatan untuk dirawat terus-menerus dan lebih efektif.



Beberapa kelemahan IoT antara lain sebagai berikut.

1. Meningkatkan permukaan serangan seiring bertambahnya jumlah perangkat yang terhubung. Semakin banyak informasi yang dibagikan antarperangkat, potensi peretas untuk mencuri informasi rahasia meningkat.
2. Membuat pengelolaan perangkat menantang karena jumlah perangkat IoT meningkat. Organisasi pada akhirnya mungkin harus berurusan dengan sejumlah besar perangkat IoT, dan mengumpulkan serta mengelola data dari semua perangkat tersebut dapat menjadi tantangan.
3. Berpotensi merusak perangkat lain yang terhubung jika ada *bug* di sistem.
4. Meningkatkan masalah kompatibilitas antarperangkat, karena tidak ada standar kompatibilitas internasional untuk IoT. Ini mempersulit perangkat dari produsen berbeda untuk berkomunikasi satu sama lain.

#### E. Kerangka Kerja dan Standar *Internet of Things (IoT)*

Organisasi terkemuka yang terlibat dalam pengembangan standar IoT adalah sebagai berikut.

1. Komisi Elektronik Internasional.
2. Institut Insinyur Listrik dan Elektronik (IEEE).
3. Konsorsium Internet Industri.
4. Yayasan Konektivitas Terbuka.
5. Grup Benang.
6. Aliansi Standar Konektivitas.

Beberapa contoh standar IoT antara lain sebagai berikut.

1. *IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN)* adalah standar terbuka yang ditetapkan oleh Internet Engineering Task Force (IETF). Standar ini memungkinkan semua radio berdaya rendah untuk berkomunikasi ke internet,

- termasuk 804.15.4, Bluetooth Low Energy, dan Z-Wave untuk otomatisasi rumah. Selain otomatisasi rumah, standar ini juga digunakan dalam pemantauan industri dan pertanian.
2. *Zigbee* adalah jaringan nirkabel berdaya rendah dengan kecepatan data rendah yang digunakan terutama di rumah dan industri. ZigBee didasarkan pada standar IEEE 802.15.4. Aliansi ZigBee menciptakan Dotdot, bahasa universal untuk IoT yang memungkinkan objek pintar bekerja dengan aman di jaringan mana pun dan saling memahami.
  3. *Data Distribution Service (DDS)* dikembangkan oleh Object Management Group dan merupakan standar industri IoT (IIoT) untuk komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) yang *real-time*, dapat diskalakan, dan berkinerja tinggi.
  4. Standar IoT sering menggunakan protokol khusus untuk komunikasi perangkat. Protokol yang dipilih menentukan bagaimana data perangkat IoT dikirim dan diterima. Beberapa contoh protokol IoT antara lain sebagai berikut.
    - a. Protokol Aplikasi Terkendala. CoAP adalah protokol yang dirancang oleh IETF yang menentukan seberapa rendah daya, perangkat yang dibatasi komputasi dapat beroperasi di IoT.
    - b. Protokol Antrian Pesan Tingkat Lanjut. AMQP adalah standar *open source* yang dipublikasikan untuk perpesanan asinkron melalui kabel. AMQP memungkinkan perpesanan terenkripsi dan interoperabilitas antara organisasi dan aplikasi. Protokol ini digunakan dalam perpesanan klien-server dan dalam manajemen perangkat IoT.
  5. Jaringan Area Luas Jarak Jauh (LoRaWAN). Protokol untuk WAN ini dirancang untuk mendukung jaringan besar, seperti kota pintar, dengan jutaan perangkat berdaya rendah.

6. Transportasi Telemetri MQ. MQTT adalah protokol ringan yang digunakan untuk aplikasi kontrol dan pemantauan jarak jauh. Ini cocok untuk perangkat dengan sumber daya terbatas.

Kerangka kerja IoT adalah sebagai berikut.

1. *Amazon Web Services (AWS) IoT* adalah platform komputasi awan untuk IoT yang dirilis oleh Amazon. Kerangka kerja ini dirancang untuk memungkinkan perangkat pintar terhubung dengan mudah dan berinteraksi secara aman dengan AWS cloud dan perangkat terhubung lainnya.
2. *Arm Mbed IoT* adalah platform sumber terbuka untuk mengembangkan aplikasi IoT berdasarkan mikrokontroler Arm. Tujuan dari platform IoT ini adalah untuk menyediakan lingkungan yang dapat diskalakan, terhubung, dan aman untuk perangkat IoT dengan mengintegrasikan alat dan layanan Mbed.
3. *Platform Microsoft Azure IoT Suite* adalah serangkaian layanan yang memungkinkan pengguna berinteraksi dan menerima data dari perangkat IoT mereka, serta melakukan berbagai operasi pada data, seperti analisis multidimensi, transformasi, dan agregasi, serta memvisualisasikan operasi tersebut dengan cara yang sesuai untuk bisnis.
4. *Calvin* adalah platform IoT *open source* dari Ericsson yang dirancang untuk membangun dan mengelola aplikasi terdistribusi yang memungkinkan perangkat berkomunikasi satu sama lain. Calvin menyertakan kerangka kerja pengembangan untuk pengembang aplikasi, serta lingkungan runtime untuk menangani aplikasi yang sedang berjalan.

## F. Aplikasi *Internet of Things* (IoT) Konsumen dan Perusahaan

Ada banyak aplikasi dunia nyata dari *Internet of Things*, mulai dari IoT konsumen dan IoT perusahaan hingga manufaktur dan

*Industrial Internet of Things (IIoT)*. Aplikasi IoT menjangkau banyak vertikal, termasuk otomotif, telekomunikasi, dan energi.

Di segmen konsumen, misalnya, rumah pintar yang dilengkapi termostat pintar, peralatan pintar dan pemanas terkoneksi, penerangan, dan perangkat elektronik dapat dikontrol dari jarak jauh melalui komputer dan *smartphone*.

Perangkat yang dapat dikenakan dengan sensor dan perangkat lunak dapat mengumpulkan dan menganalisis data pengguna, mengirim pesan ke teknologi lain tentang pengguna dengan tujuan membuat hidup pengguna lebih mudah dan nyaman. Perangkat yang dapat dikenakan juga digunakan untuk keselamatan publik—misalnya, dengan meningkatkan waktu respons responden pertama selama keadaan darurat dengan menyediakan rute yang dioptimalkan ke suatu lokasi atau dengan melacak tanda-tanda vital pekerja konstruksi atau petugas pemadam kebakaran di lokasi yang mengancam jiwa.

Dalam perawatan kesehatan, IoT memberi penyedia kemampuan untuk memantau pasien lebih dekat menggunakan analisis data yang dihasilkan. Rumah sakit sering menggunakan sistem IoT untuk menyelesaikan tugas seperti manajemen inventaris untuk obat-obatan dan peralatan medis. Bangunan pintar dapat mengurangi biaya energi dengan menggunakan sensor yang mendeteksi berapa banyak penghuni di dalam ruangan. Suhu dapat menyesuaikan secara otomatis—misalnya menyalakan AC jika sensor mendeteksi ruang konferensi penuh atau menurunkan panas jika semua orang di kantor sudah pulang.

Di bidang pertanian, sistem pertanian cerdas berbasis IoT dapat membantu memantau cahaya, suhu, kelembapan, dan kelembapan tanah di ladang tanaman menggunakan sensor yang terhubung. IoT juga berperan dalam mengotomatisasi sistem irigasi. Di kota pintar, sensor dan penyebaran IoT, seperti lampu jalan pintar dan meteran pintar, dapat membantu meringankan lalu lintas, menghemat energi,

memantau dan mengatasi masalah lingkungan, serta meningkatkan sanitasi.

### **G. Internet of Things (IoT) Security and Privacy Issues**

IoT menghubungkan miliaran perangkat ke internet dan melibatkan penggunaan miliaran titik data, yang semuanya harus diamankan. Karena permukaan serangannya yang diperluas, keamanan IoT dan privasi IoT dikutip sebagai perhatian utama.

Salah satu serangan IoT paling terkenal terjadi pada tahun 2016. Botnet Mirai menyusup ke penyedia server nama domain Dyn, mengakibatkan pemadaman sistem besar untuk jangka waktu yang lama. Penyerang memperoleh akses ke jaringan dengan mengeksploitasi perangkat IoT yang tidak aman. Ini adalah salah satu serangan *denial-of-service* terdistribusi terbesar yang pernah ada dan Mirai masih dikembangkan hingga saat ini. Karena perangkat IoT terhubung erat, seorang peretas dapat mengeksploitasi satu kerentanan untuk memanipulasi semua data, menjadikannya tidak dapat digunakan. Pabrikasi yang tidak memperbarui perangkatnya secara teratur—atau sama sekali—membuatnya rentan terhadap penjahat dunia maya. Selain itu, perangkat yang terhubung sering kali meminta pengguna untuk memasukkan informasi pribadi mereka, termasuk nama, usia, alamat, nomor telepon, dan bahkan akun media sosial—informasi yang sangat berharga bagi peretas. Peretas bukan satu-satunya ancaman bagi IoT; privasi adalah perhatian utama lainnya. Misalnya, perusahaan yang membuat dan mendistribusikan perangkat IoT konsumen dapat menggunakan perangkat tersebut untuk mendapatkan dan menjual data pribadi pengguna.

# *Industrial Internet of Things* (IIoT)

## A. Konsep *Industrial Internet of Things* (IIoT)

*Industrial IoT* (IIoT) mengacu pada penerapan teknologi IoT dalam pengaturan industri, terutama yang berkaitan dengan instrumentasi dan kontrol sensor serta perangkat yang menggunakan teknologi cloud. Lihat PDF kasus penggunaan Titan ini untuk contoh IIoT yang bagus. Baru-baru ini, industri telah menggunakan komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) untuk mencapai otomatisasi dan kontrol nirkabel. Akan tetapi, dengan munculnya cloud dan teknologi terkait (seperti analitik dan pembelajaran mesin), industri dapat mencapai lapisan automasi baru dan dengan itu menciptakan pendapatan dan model bisnis baru. IIoT terkadang disebut gelombang keempat revolusi industri, atau Industri 4.0. Berikut ini adalah beberapa penggunaan umum untuk IIoT.

1. Manufaktur cerdas
2. Aset terhubung dan pemeliharaan preventif dan prediktif
3. Jaringan listrik cerdas
4. Kota pintar

5. Logistik yang terhubung
6. Rantai pasokan digital cerdas

Saat IoT semakin tersebar luas di pasar, perusahaan memanfaatkan nilai bisnis luar biasa yang dapat ditawarkannya. Manfaat ini meliputi:

1. Memperoleh wawasan berbasis data dari data IoT untuk membantu mengelola bisnis dengan lebih baik.
2. Meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasi bisnis.
3. Menciptakan model bisnis baru dan aliran pendapatan.
4. Menghubungkan dunia bisnis fisik ke dunia digital dengan mudah dan mulus untuk mendorong waktu yang cepat menjadi bernilai.

## B. Pemanfaatan *Internet of Things* pada Industri Masa Kini

Organisasi yang paling cocok untuk IoT adalah organisasi yang akan mendapat manfaat dari penggunaan perangkat sensor dalam proses bisnis mereka.

### **Manufaktur**

Pabrikasi dapat memperoleh keunggulan kompetitif dengan menggunakan pemantauan jalur produksi untuk mengaktifkan pemeliharaan proaktif pada peralatan saat sensor mendeteksi kegagalan yang akan terjadi. Sensor benar-benar dapat mengukur kapan hasil produksi terganggu. Dengan bantuan peringatan sensor, pabrikasi dapat dengan cepat memeriksa akurasi peralatan atau menghapusnya dari produksi hingga diperbaiki. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya operasional, mendapatkan waktu kerja yang lebih baik, dan meningkatkan manajemen kinerja aset. Ada beberapa cara di mana IoT dapat digunakan di sektor manufaktur, dan itulah alasan untuk melanjutkan investasi oleh berbagai perusahaan. Berikut adalah beberapa aplikasi IoT.

1. Pemompaan cerdas: IoT dapat membantu perusahaan manufaktur Anda mengurangi pemborosan air dengan

pemompaan pintar. Hal ini dilakukan dengan menanamkan tangki air dengan sensor yang mengatur tekanan dan aliran air.

2. Manajemen rantai pasokan: Ini adalah faktor penting dalam siklus produksi, dan perangkat IoT membantu melacak inventaris Anda dalam skala global. Juga, ia memantau rantai pasokan dan memberikan perkiraan yang berarti dari bahan yang tersedia.
3. Sistem yang bergantung pada diri sendiri: Karena kegagalan mesin dapat menyebabkan kualitas produk yang buruk, pembelajaran mesin bersama dengan IoT membantu mesin memperbaiki masalah mereka sendiri. Mesin dapat menyembuhkan secara otomatis dengan bantuan sistem penyembuhan otomatis sendiri.
4. Kembar digital: Konsep ini memungkinkan Anda untuk membuat replika produk yang Anda kembangkan dalam bentuk digital. Dengan replika digital ini, Anda dapat memastikan efektivitas, efisiensi, dan akurasi sistem Anda. Selain itu, Anda dapat mengidentifikasi kekurangan apa pun dan memberantasnya untuk meningkatkan kualitas produk Anda.

## Otomotif

Industri otomotif berdiri untuk menyadari keuntungan yang signifikan dari penggunaan aplikasi IoT. Selain manfaat menerapkan IoT ke lini produksi, sensor dapat mendeteksi kegagalan peralatan yang akan datang pada kendaraan yang sudah berada di jalan raya dan dapat mengingatkan pengemudi dengan detail dan rekomendasi. Berkat kumpulan informasi yang dikumpulkan oleh aplikasi berbasis IoT, pabrikan dan pemasok otomotif dapat mempelajari lebih lanjut tentang cara menjaga agar mobil tetap beroperasi dan mendapatkan



informasi dari pemilik mobil. Contoh penerapan dan keuntungan IOT dalam bidang otomotif adalah sebagai berikut.

1. Pemeliharaan prediktif untuk perbaikan mobil: Sistem akan memonitor status parameter di dalam mobil secara *real-time*. Memasukkan data ini sistem *onboard* memberi tahu pengemudi kapan layanan diberlakukan sehingga sewaktu-waktu digunakan hal ini bisa dilakukan dengan baik dan fleksibilitas yang sangat tinggi.
2. *Smart* infrastruktur untuk pengemudi: Kemacetan lalu lintas dan pencegahannya, penerapan penerangan jalan, manajemen parkir yang cerdas, stasiun pengisian jaringan untuk kendaraan listrik, manajemen energi yang tepat merupakan sebuah kombinasi *smart* infrastruktur yang sudah mulai dikembangkan saat ini. Hal tersebut akan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan dana. Hal ini dapat dilihat dengan banyaknya fasilitas infrastruktur yang dibuat, tetapi dengan dana yang relatif cukup efisien.
3. Komunikasi antarkendaraan fungsi utama sebagai alat pencegah kecelakaan: Suatu hal yang sangat penting di dalam sebuah kendaraan. Nantinya kendaraan ini dapat berbagi data tentang kecepatan lokasi dan rute melalui satu jaringan yang terkoneksi satu sama lain antarkendaraan. Hal ini tentu akan mengurangi rasio kecelakaan pada lalu lintas kendaraan.
4. Sistem integrasi mobil dan *smartphone*: Semua produsen dapat memantau kendaraannya yang terhubung secara langsung dan *real-time* melalui *handphone* ataupun *smartphone*-nya semuanya berada dalam satu jaringan dan dalam satu genggam dan juga tersedia untuk proses transfer data.
5. Pemantauan kondisi pengemudi: Semua data dikumpulkan agar sistem dapat memprediksi tindakan pengemudi untuk memberikan perlindungan tambahan saat mengemudi. Yang

dihasilkan mobil dapat mengumpulkan informasi tentang gaya pengemudi dan sikap yang dilakukan oleh pengemudi kendaraan tersebut.

## **Transportasi dan Logistik**

Industri logistik dan transportasi menghadapi tantangan global yang kompleks. Kebanyakan barang modern menempuh perjalanan ribuan mil, berpindah tangan ribuan kali, sebelum akhirnya bisa mencapai tujuan akhir. Karena itu, *smart logistics* hadir untuk menjadi jawaban. Tak peduli, seberapa bagus jaringan logistik perusahaan tertentu, pada suatu saat, bisa saja armada atau truk terjebak dalam kemacetan lalu lintas. Selain itu, kadang peti kemas juga tertunda di dalam gudang dalam waktu lama, serta bisa jadi, barang hilang karena dicuri. Jika rantai pasokan logistik masih menerapkan metode konvensional, manajer akan sulit mengawasi dan melacak armada logistik. Tak cukup sampai di situ, manajer akan sulit memprediksi kapan armada akan tiba di tujuan, atau menjawab alasan mengapa peti kemas sampai tertunda. Dalam hal ini, akibatnya produktivitas yang hilang, produksi tertunda, serta hubungan dengan klien menjadi rusak. Oleh karena itu, industri logistik membutuhkan cara untuk menentukan lokasi armada logistik secara *real-time*, ketika melintasi rute logistik. Jika ada hal-hal tak terduga terjadi, informasi yang diberikan sejak dini bisa mengurangi kerugian perusahaan lebih awal.

Teknologi RFID saja tidak cukup. Sebab, RFID tag hanya mencatat kode barang tetapi tidak memberikan informasi tentang apa yang terjadi selama perjalanan melintasi rute distribusi. Sementara, manajer logistik perlu mengetahui kondisi barang dan armada juga dituntut datang tepat waktu, aman, dan cepat. Berkat *Internet of Things* (IoT) industri logistik dan transportasi akhirnya memiliki solusi yang lengkap untuk mengelola barang di setiap langkah jaringan logistik. Kemudahan membeli bukan satu-satunya alasan penjualan *online* meningkat pesat. Akan tetapi, pengiriman paket dan pelacakan

juga sangat mendukung. Kemampuan mengirim barang yang dibeli *online* secara cepat, memainkan peranan penting dalam pengalaman belanja *online*. Tak hanya itu, pembeli juga bisa melihat atau *tracing* sudah sampai mana barang yang dipesan. Di sinilah, peran *smart logistics* didukung IoT membuat perbedaan dramatis. *Smart logistics* adalah solusi yang memiliki kekuatan mengubah rantai pasokan modern seperti yang kita kenal. Untuk pertama kalinya, industri bisa mengelola dan melacak distribusi barang secara *real-time*, pada skala global. *Smart logistics* adalah solusi kunci untuk mengatasi tantangan distribusi perkotaan. *Smart logistics* dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari pengaturan dan navigasi lalu lintas. Dengan *smart logistics*, manajemen distribusi barang semakin terorganisasi, terencana, serta terkontrol dengan data yang efektif.

## Ritel

Aplikasi IoT memungkinkan perusahaan ritel mengelola inventaris, meningkatkan pengalaman pelanggan, mengoptimalkan rantai pasokan, dan mengurangi biaya operasional. Misalnya, rak pintar yang dilengkapi dengan sensor berat dapat mengumpulkan informasi berbasis RFID dan mengirimkan data ke platform IoT untuk memantau inventaris secara otomatis dan memicu peringatan jika barang hampir habis. Beacon dapat mendorong penawaran dan promosi yang ditargetkan kepada pelanggan untuk memberikan pengalaman yang menarik. Contoh penggunaan IoT dalam industri ritel yaitu sebagai berikut.

1. *Smart Mirrors* di Rebecca Minkoff's *Fitting Rooms*

Rebecca Minkoff telah menerapkan *smart mirror* pada setiap tokonya. *Smart mirror* tersebut akan membaca setiap tag RFID pada setiap *item* pakaian, dan menampilkan ukuran serta warna lain yang tersedia. Selain itu, *smart mirror* menunjukkan bagaimana *item* toko bisa tertata dengan penampilan yang berbeda, serta menyarankan *item* yang sesuai dengan preferensi

konsumen. Konsumen juga bisa mencoba berbagai *item* tanpa harus meninggalkan kamar pas. Sementara itu, mereka bisa mendapatkan data preferensi dari pelanggan yang bisa digunakan sebagai *insight* kegiatan promosi.

## 2. Penggunaan *Beacons* sebagai Navigator dan Info Promosi di Auchan Hypermarkets

Auchan, salah satu kelompok ritel internasional menerapkan penggunaan *beacon* atau sinyal pandu pada setiap tokonya. Dengan menggunakan *beacon*, konsumen akan lebih mudah ternavigasi ketika mengelilingi toko, dan akan menerima penawaran yang sesuai preferensi mereka. Adapun, tujuan Auchan adalah untuk lebih memahami pergerakan konsumen di sekitar toko, yang berukuran 31.000m<sup>2</sup>, dan membantu konsumen menemukan produk yang mereka butuhkan. Sistem ini bekerja dengan sensor yang bisa melacak pergerakan dan mengirimkan data. Beacon akan mengirimkan notifikasi kepada pelanggan untuk menggunakan peta khusus pada *smartphone* mereka. Secara bersamaan, promosi yang sesuai dengan preferensi konsumen akan ditawarkan ketika mereka berada di toko.

## 3. *Smart Shelves* di Supermarket Kroger

Perusahaan *supermarket* di Amerika Serikat, Kroger telah memasang *smart shelves* atau rak pintar pada tiap supermarket mereka. Rak tersebut dilengkapi oleh tag RFID yang bisa membaca dan mengirim data ke sistem IoT. Yang mana, data tersebut bisa disimpan, diformat, dan dianalisis. Ritel bisa menggunakan sistem tersebut untuk menemukan informasi mengenai produk yang kurang. Sementara, konsumen akan menerima informasi produk ketika mereka menyentuh rak pada *item* yang ingin mereka beli. Selain itu, rak pintar tersebut bisa diintegrasikan dengan daftar belanjaan digital pelanggan sehingga mereka akan menyala ketika item tersebut berada dekat dengan si konsumen. Dengan begitu, rak pintar yang meningkatkan layanan pelanggan secara *real-time*.

## Sektor publik

Manfaat IoT di sektor publik dan lingkungan terkait layanan lainnya juga sangat luas. Misalnya, utilitas milik pemerintah dapat menggunakan aplikasi berbasis IoT untuk memberi tahu pengguna mereka tentang pemadaman massal dan bahkan gangguan kecil pada layanan air, listrik, atau saluran pembuangan. Aplikasi IoT dapat mengumpulkan data mengenai ruang lingkup pemadaman dan menyebarkan sumber daya untuk membantu utilitas pulih dari pemadaman dengan kecepatan yang lebih tinggi. Berikut ini adalah contoh penerapan IoT pada sektor publik.

1. Kamera CCTV *Online*: Salah satu penerapan IoT pada sektor publik yang telah diterapkan di beberapa wilayah adalah *cctv online*. Kamera ini terhubung dengan jaringan internet sehingga dapat diakses oleh setiap pengguna melalui *website*. Tujuannya untuk memantau kondisi daerah tersebut secara nyata, selain itu untuk meningkatkan keamanan lingkungan masyarakat.
2. Penyediaan Informasi Transportasi: Dalam ketersediaan transportasi IoT berperan sebagai penyedia informasi ketersediaan transportasi seperti navigasi rute perjalanan, informasi pengemudi, serta kondisi cuaca. Hal ini berguna untuk mempermudah masyarakat untuk mengetahui transportasi yang dapat mereka gunakan
3. AWLR (Automatic Water Level Recorder): Pemerintah DKI Jakarta telah menggunakan IoT untuk memonitor ketinggian permukaan air sungai di daerah Jakarta. Teknologi ini berfungsi melaporkan keadaan permukaan air setiap dua menit ke *website* BPBD Jakarta sehingga pemerintah daerah setempat dapat memberikan peringatan dini kepada masyarakat apabila air mengalami peningkatan.

4. Sensor Global Positioning Satellite pada Truk Sampah: Pemerintah DKI Jakarta menggunakan sensor GPS untuk memantau lokasi truk pengangkut sampah tujuannya untuk manajemen rute pengangkutan sampah agar lebih efisien dan terdata.

## Kesehatan

Pemantauan aset IoT memberikan banyak manfaat bagi industri perawatan kesehatan. Dokter, perawat, dan mantri sering kali perlu mengetahui lokasi yang tepat dari aset bantuan pasien seperti kursi roda. Saat kursi roda rumah sakit dilengkapi dengan sensor IoT, kursi roda tersebut dapat dilacak dari aplikasi pemantauan aset IoT sehingga siapa pun yang mencarinya dapat dengan cepat menemukan kursi roda terdekat yang tersedia. Banyak aset rumah sakit dapat dilacak dengan cara ini untuk memastikan penggunaan yang tepat serta akuntansi keuangan untuk aset fisik di setiap departemen. Berikut ada beberapa contoh penerapan IoT dalam bidang kesehatan yang bisa Anda temukan dan rasakan manfaatnya.

1. Pemantauan kesehatan

Berkat adanya teknologi berbasis internet ini, pasien dan dokter semakin dipermudah dalam memantau perkembangan kesehatan tubuh. Teknologi ini memungkinkan adanya pemantauan kesehatan secara *real-time* yang bisa dilakukan dari mana saja dan kapan saja seperti *smartwatch* yang menampilkan kondisi kesehatan. Dari aplikasi dan perangkat tersebut, bisa mengetahui informasi seperti tekanan darah, kadar glukosa, jumlah mineral dalam tubuh, dan masih banyak lagi. Pasien tersebut juga bisa segera mengambil tindakan dari hasil pemantauan tersebut seperti segera minum air secukupnya, menyuntikkan insulin, dan lain sebagainya. Hasil pemantauan tersebut bisa mempermudah dokter untuk mengambil tindakan medis yang tepat. Dengan kata lain, jika menemukan ada keganjalan pada data kesehatan,

bisa segera menindaklanjutinya ke rumah sakit atau layanan kesehatan lainnya.

## 2. Telemedicine

Perawatan jarak jauh atau *telemedicine* menerapkan konsep teknologi IoT untuk memudahkan tenaga medis mengetahui perkembangan pasien. Konsep utama yang digunakan pada *telemedicine* ini adalah konsep teknologi AI di mana ada pemindaian wajah dengan sensor kamera untuk mewadahi komunikasi antara tenaga medis dengan pasien. Dengan pemanfaatan internet di dunia medis berupa *telemedicine*, waktu dan biaya baik bagi pihak rumah sakit maupun pasien akan semakin efisien. Pasien tidak perlu keluar ongkos untuk datang ke rumah sakit. Sementara itu, rumah sakit juga bisa mengurangi biaya perawatan fasilitas kesehatan.

## 3. Deteksi penyakit

Dengan penerapan IoT ini, tenaga medis bisa lebih cepat dalam melakukan deteksi penyakit seseorang. Ditambah lagi jika ada indikasi penyakit berbahaya, tenaga medis bisa segera mengambil tindakan yang tepat untuk mengobatinya. Bentuk alat-alat kesehatan untuk deteksi penyakit yang terhubung dengan teknologi IoT adalah seperti MRI (Magnetic Resonance Imaging), CT scan, rontgen, dan masih banyak lagi. Alat-alat tersebut hingga saat ini juga terus dikembangkan agar tingkat deteksi penyakit semakin akurat dan tepat.

## 4. Akses rekam medis pasien

Seperti yang sudah disebutkan di atas, teknologi IoT juga terhubung dengan layanan cloud computing yang berisikan data penting rumah sakit dan pasien. Tenaga medis bisa mengunggah dokumen rekam medis pasien ke server tersebut yang kemudian akan bisa diakses oleh siapa pun yang memiliki wewenang. Teknologi ini akan sangat bermanfaat terlebih bagi layanan

kesehatan yang bertugas di daerah terpencil. Tenaga medis bisa segera mengunggah rekam medis pasien yang ditujukan ke rumah sakit pusat. Lalu, rumah sakit pusat akan menganalisis dan menyiapkan peralatan atau tindakan medis yang harus dilakukan.

### **C. Keselamatan Umum di Semua Industri**

Selain melacak aset fisik, IoT dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan pekerja. Karyawan di lingkungan berbahaya seperti tambang, ladang minyak dan gas, serta pembangkit listrik dan kimia, misalnya, perlu mengetahui terjadinya peristiwa berbahaya yang mungkin menimpa mereka. Saat terhubung ke aplikasi berbasis sensor IoT, mereka dapat diberi tahu tentang kecelakaan atau diselamatkan secepat mungkin. Aplikasi IoT juga digunakan untuk perangkat yang dapat dikenakan yang dapat memantau kesehatan manusia dan kondisi lingkungan. Jenis aplikasi ini tidak hanya membantu orang lebih memahami kesehatan mereka sendiri, tetapi juga memungkinkan dokter memantau pasien dari jarak jauh.

1. Sensor cerdas yang saling terhubung digunakan oleh jaringan sensor nirkabel (WSN) untuk penginderaan dan pemantauan. Sinyal termal, sonar, seismik, radar, dan inframerah di lingkungan sekitar node dapat diukur dengan sensor di WSN.
2. Parameter seperti suhu, kebisingan, tekanan, kecepatan objek, kelembapan, intensitas cahaya dan komposisi gas dapat dideteksi oleh sensor.
3. Di daerah perkotaan, sumber risiko tipikal dapat diukur dengan jaringan sensor. Oleh karena itu, di tempat-tempat di mana bahan kimia berbahaya diproduksi, disimpan, dan digunakan, IoT dapat digunakan dalam manajemen bencana.
4. Sistem deteksi kebakaran hutan stereoskopik dan omni-bearing berdasarkan WSN dikembangkan oleh University of California, Berkeley. Sistem Firebug digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan.



5. Di Danau Taihu di Cina, sistem alarm dipasang untuk mendeteksi kepadatan alga, yang terdiri dari pelampung dengan kamera dan chip sensor. Ini adalah contoh perlindungan lingkungan.
6. Di Pennsylvania, sebuah sistem dikembangkan untuk mendeteksi retakan (Sumber-Deteksi Otomatis dan Kuantifikasi Retakan dan Keropeng di Dek Jembatan Beton Menggunakan Pembelajaran Mendalam-Badan Penelitian Transportasi) di jembatan.
7. Detektor asap yang dipasang di gedung adalah sistem berbasis WSN yang digunakan untuk mendeteksi kebakaran dan asap. Alarm tepat waktu dibunyikan dengan mendeteksi konsentrasi asap di udara.

#### **D. *Internet of Things (IoT)* pada Sektor Pertanian**

Pertanian telah mengalami kerugian akibat perubahan cuaca yang keras, tanah berkualitas rendah, dan kondisi rumit lainnya di banyak wilayah, sehingga keterlibatan *Internet of Things (IoT)* dalam pertanian mungkin merupakan salah satu usaha terbaik yang mengubah hidup di dunia. Namun, di masa depan, akan ada lebih banyak keuntungan dari penggunaan IoT dan alat-alatnya dalam pertanian. *Internet of Things (IoT)* dalam sektor pertanian membutuhkan penggunaan perangkat pintar, sensor, dan teknologi untuk mengatur semua operasi pertanian. Prosesnya mencakup penanaman, pemanenan, dan penjualan hasil pertanian. Teknologi ini memberi petani banyak ide yang membantu pertumbuhan bisnis mereka.

Aplikasi IoT banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian untuk memantau perkembangan tanaman. Dengan sensor yang terkoneksi internet, petani dapat memonitor keadaan tanaman seperti kelembapan tanah, suhu, serta kebutuhan nutrisi. Data yang terkumpul tersebut dapat diakses melalui aplikasi sehingga petani bisa mengambil keputusan yang tepat dalam merawat tanaman. Di

samping itu, aplikasi IoT dapat dimanfaatkan untuk mengontrol sistem irigasi. Dengan menggunakan sensor yang terkoneksi internet, petani dapat memantau kelembapan tanah dan mengatur sistem irigasi secara otomatis. Penerapan teknologi IoT dapat membantu petani menjadi lebih efisien dalam penggunaan air dan energi, sekaligus meningkatkan hasil panen. Dalam penerapannya, teknologi IoT juga dapat membantu petani untuk melakukan prediksi cuaca. Dengan mengumpulkan data cuaca melalui sensor yang terkoneksi internet, petani dapat memperoleh informasi tentang kondisi cuaca yang akan datang melalui aplikasi. Aplikasi tersebut dapat membantu petani dalam merencanakan waktu tanam dan panen dengan lebih baik, serta mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan.

Namun, seperti teknologi lainnya, pemanfaatan aplikasi IoT dalam bidang pertanian juga dihadapkan pada berbagai tantangan. Salah satu tantangan utamanya adalah terbatasnya akses internet di beberapa daerah pertanian. Jika akses internet tidak memadai, maka penggunaan aplikasi IoT tidak dapat berjalan dengan baik. Selain itu, biaya yang tinggi juga menjadi tantangan dalam penerapan teknologi IoT di bidang pertanian. Walaupun teknologi ini dapat membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi petani, tetapi biaya yang diperlukan untuk menerapkan teknologi ini masih cukup tinggi bagi beberapa petani. Secara keseluruhan, aplikasi IoT memiliki potensi besar untuk membantu petani meningkatkan produktivitas dan efisiensi di bidang pertanian. Namun, tantangan seperti terbatasnya akses internet dan biaya yang tinggi masih perlu diatasi. Pada akhirnya, penggunaan teknologi IoT dapat membantu petani mencapai hasil panen yang lebih baik dan meningkatkan kualitas hidup mereka secara keseluruhan di masa depan.

Keterlibatan IoT di bidang pertanian memiliki banyak peluang untuk mengubah sektor pertanian. Di bawah ini adalah manfaat besar IoT untuk kegiatan pertanian.

### 1. Mempromosikan Pertanian yang Efisien

Sebagian besar petani sekarang menanam tanaman mereka di tanah yang buruk, dengan ukuran lahan yang berkurang dan kondisi cuaca yang buruk. Namun melalui pertanian IoT, petani dapat mempelajari berbagai pola cuaca dan kondisi tanah. Ini membantu dalam membuat keputusan pertanian yang bijaksana.

### 2. Meningkatkan Kelincahan Pertanian

Teknologi prediksi *real-time* membantu petani menjadi fleksibel dalam bertani. Sehingga, masyarakat bisa menyesuaikan diri dengan perubahan cuaca, kesehatan tanaman, dan kondisi tanah. Petani dapat menyelamatkan lebih banyak tanaman dari kemungkinan kerugian.

### 3. Mempromosikan Lebih Banyak Ekspansi

Karena populasi manusia terus meningkat, tekanan ada pada sektor pertanian untuk menghasilkan lebih banyak. Melalui IoT di bidang pertanian, seperti rumah kaca otomatis, petani dapat menghasilkan makanan setiap musim. Selain itu, teknologi ini memungkinkan petani dan perusahaan untuk menanam makanan di mana saja selama nyaman bagi orang-orang di sekitar pertanian.

## Kasus Penggunaan IoT dalam Pertanian

Berikut adalah beberapa kasus penggunaan hebat yang diharapkan dari pertanian IoT. Mereka akan membantu Anda memahami lebih lanjut tentang bagaimana petani dapat memanfaatkan IoT.

### 1. Pengumpulan Data

Melalui pertanian IoT, Anda akan memiliki sensor untuk memantau lingkungan dan aktivitas pertanian Anda. Beberapa peristiwa yang harus dikumpulkan data adalah tanah, pertumbuhan tanaman, dan kesehatan ternak. Informasi tersebut membuat Anda lebih memahami tentang pertumbuhan pertanian Anda.

## 2. Manajemen Biaya yang Tepat

Data yang akan Anda kumpulkan dari aktivitas pertanian Anda membantu mengelola pertanian Anda dengan baik. Di sini, sensor akan membantu Anda mengetahui biaya setiap input pertanian. Anda akan mengurangi biaya pertanian yang tidak perlu dan menghemat lebih banyak.

## 3. Faktor Risiko Lebih Rendah

Karena pengumpulan data membantu Anda melindungi input yang Anda butuhkan, aspek ini juga membantu Anda mengetahui apa yang diharapkan sebagai *output* Anda. Misalnya, sebagai perusahaan pertanian, jika Anda tahu tentang tanggal panen yang diharapkan, itu akan membantu Anda merencanakan tanggal penanaman berikutnya. Pada akhirnya, Anda akan mengalami kasus kerugian yang jarang terjadi.

## 4. Mengurangi Biaya

Saat ini, sebagian besar rencana pertanian IoT lebih berfokus pada penggunaan sumber daya alam seperti air untuk mendapatkan produk terbaik. Melalui perangkat dan sensor, perusahaan pertanian sekarang dapat mengetahui jumlah sumber daya yang akan dialokasikan ke berbagai tanaman atau hewan.

## 5. Meningkatkan Kualitas Produk

IoT dalam pertanian pintar adalah cara terbaik untuk mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk. Kegembiraan petani adalah menghasilkan produk pertanian yang lebih berkualitas dan lebih aman. Teknologi ini membuat dunia lebih hijau dan mengurangi penggunaan bahan kimia pertanian.

Berbagai perangkat canggih membantu menjadikan pertanian sebagai kegiatan yang manis. Baca terus untuk mengetahui bagaimana perangkat teknologi terbaik membantu petani.

## Potensi Penggunaan Aplikasi IOT di Bidang Pertanian

Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) semakin populer dalam berbagai sektor industri dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu sektor yang dapat diuntungkan dari penerapan teknologi ini adalah sektor pertanian. Berikut dijelaskan beberapa contoh pemanfaatan aplikasi IoT di bidang pertanian.

1. **Monitor Lingkungan Tumbuhan:** Pemanfaatan aplikasi IoT di bidang pertanian juga dapat dilakukan melalui penggunaan sensor IoT untuk memantau lingkungan tumbuhan seperti suhu, kelembapan, dan kadar nutrisi tanah. Dengan menggunakan sensor tersebut, petani dapat memantau kondisi tanaman secara *real-time* dan mendapatkan informasi yang akurat mengenai kondisi tanah, kelembapan dan suhu. Dengan demikian, petani dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam mengelola tanaman dan mencegah kehilangan hasil panen akibat kondisi lingkungan yang buruk.
2. **Otomatisasi Irigasi:** Dengan menerapkan sistem irigasi otomatis yang terhubung dengan aplikasi IoT, petani dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air pada lahan pertanian. Teknologi IoT dapat membantu petani dalam memantau dan mengontrol irigasi tanaman secara otomatis. Dengan cara ini, petani dapat menghemat air, meningkatkan produktivitas, serta mengurangi biaya produksi.
3. **Pemantauan Kesehatan Hewan:** Contoh lain penggunaan teknologi IoT di bidang peternakan adalah dengan memantau kesehatan hewan ternak. Dengan menggunakan sensor IoT yang terpasang pada hewan, peternak dapat memonitor kondisi kesehatan hewan secara *real-time*, seperti suhu tubuh, denyut jantung, dan tingkat aktivitas. Informasi yang diperoleh dari sensor tersebut dapat membantu peternak

untuk mendeteksi dini tanda-tanda penyakit pada hewan dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. Dengan demikian, penggunaan teknologi IoT dapat membantu peternak meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan hewan ternak mereka serta meningkatkan produktivitas peternakan secara keseluruhan.

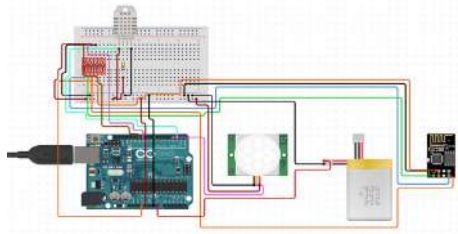
4. **Prediksi Cuaca:** Penggunaan teknologi IoT lainnya di bidang pertanian adalah memprediksi cuaca di masa depan. Dengan memanfaatkan sensor IoT yang terintegrasi dengan aplikasi cuaca, petani dapat memantau kondisi cuaca secara *real-time* dan meramalkan cuaca yang akan datang. Dengan informasi yang akurat mengenai cuaca, petani dapat memutuskan waktu yang tepat untuk menanam tanaman atau memanen hasil panen, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi.
5. **Pemantauan Ternak:** Seperti pemantauan tanaman, IoT membantu peternak mengelola hewan mereka menggunakan sensor hewan. Jadi, memantau kesehatan hewan, input, dan biaya *output* menjadi mudah. Juga, IoT datang untuk memecahkan masalah hewan ternak yang berkeliaran.
6. **Drone:** Penggunaan drone di pertanian membantu dalam pemantauan dan pengiriman pertanian udara. Anda dapat menggunakan perangkat ini untuk menanam benih untuk perusahaan pertanian Anda, terutama di tempat-tempat yang dicairkan. Ini berarti Anda akan menghemat lebih banyak biaya tenaga kerja dan menanam lebih banyak.
7. **Kendaraan Pintar AG:** Kendaraan Ag adalah salah satu alat inti yang membantu dalam pertanian yang luar biasa. Kendaraan Ag meningkatkan efisiensi pertanian dan mempromosikan lebih banyak otomatisasi. Mobil-mobil ini memiliki sensor, mesin GPS yang luar biasa, dan visi komputer yang tepat. Harapkan fitur-fiturnya untuk membuat aktivitas pertanian Anda lebih mudah dan lebih produktif.



# Perancangan *Internet of Things* Pertanian Kopi

## A. Rancangan *Internet of Things* (IoT) dalam *Smart Coffee Monitoring* sebagai Alat Pemantau Kopi Otomatis

Perancangan perangkat keras dimulai dengan membuat topologi sistem yang terdapat pada Gambar 19 menjelaskan bahwa dari sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor kelembapan tanah dan sensor PIR memberikan data kepada mikrokontroler Arduino Uno untuk diproses. Kemudian dikirimkan pada ESP8266 untuk diupload ke *database* MySQL/PHP yang akan ditampilkan pada *dashboard website*. Notifikasi akan muncul jika bertemu kondisi seperti tanah kering, dan jika ada hama yang mendekat. Kemudian, mulai merancang rangkaian komponen alat seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.

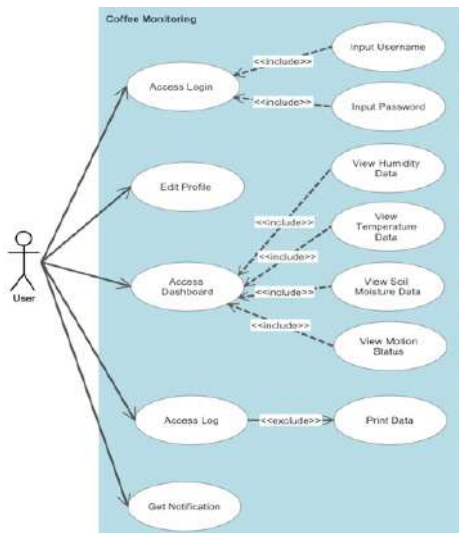


Gambar 19. Desain Rancangan IoT dalam Monitoring Pertanian Kopi

Sumber: Data Penulis (2023)



Sementara untuk *website* perancangan dimulai dengan membuat *use case diagram*. *Use case* digunakan untuk memperjelas pembagian tugas atau fungsi masing-masing pengguna terhadap perancangan sistem yang dibuat. *Use case diagram* divisualisasikan pada Gambar 20. Dari *use case* tersebut dapat dijelaskan bahwa *user* dapat melakukan beberapa kegiatan dalam sistem seperti melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password*, mengedit profil, mengakses *dashboard* di mana *user* dapat melihat data-data yang dikirim oleh sensor, mengakses log yang berisikan data-data sensor dan dapat mencetak data tersebut, terakhir adalah mendapatkan notifikasi.



**Gambar 20.** Use Case Diagram IoT dalam Monitoring Pertanian Kopi

Sumber: Data Penulis (2023)

### Komponen *Hardware* (Perangkat Keras)

Dalam perancangan perangkat keras *Internet of Things* dalam monitoring pohon kopi dibutuhkan beberapa komponen-komponen yaitu sebagai berikut.

1. Arduino UNO

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P. Ini memiliki 14 pin input/output digital (6 di

antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai. Anda dapat mengotak-atik UNO Anda tanpa terlalu khawatir melakukan kesalahan, skenario terburuk Anda dapat mengganti chip untuk beberapa dolar dan memulai lagi. ATmega328P dapat dengan mudah diganti, karena tidak disolder ke papan. ATmega328P juga dilengkapi dengan EEPROM 1kb, sebuah memori yang tidak terhapus saat dimatikan. Arduino UNO dilengkapi dengan konektor barrel plug, yang berfungsi sangat baik dengan baterai standar 9V.



**Gambar 21. Arduino Uno**

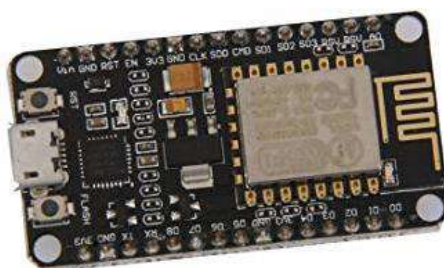
## 2. Modul ESP8266

ESP8266 merupakan modul Wi-Fi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode Wi-Fi yaitu *station*, *access point* dan *both* (keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO di mana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa

menggunakan mikrokontroler apa pun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler. Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan AT Command, selain itu ada beberapa Firmware SDK yang digunakan oleh perangkat ini berbasis *opensource* yang di antaranya adalah sebagai berikut.

- NodeMCU dengan menggunakan basic programming lua
- MicroPython dengan menggunakan basic programming python
- AT Command dengan menggunakan perintah perintah AT command

Untuk pemrogramannya sendiri kita bisa menggunakan ESPlorer untuk Firmware berbasis NodeMCU dan menggunakan putty sebagai terminal kontrol untuk AT Command. Selain itu, kita bisa memprogram perangkat ini menggunakan Arduino IDE. Dengan menambahkan library ESP8266 pada board manager kita dapat dengan mudah memprogram dengan basic program arduino. Ditambah lagi dengan harga yang cukup terjangkau, Anda dapat membuat berbagai projek dengan modul ini. Maka dari itu banyak orang yang menggunakannya modul ini untuk membuat projek *Internet of Things* (IoT).



**Gambar 22. Modul ESP8266**

### 3. Sensor PIR

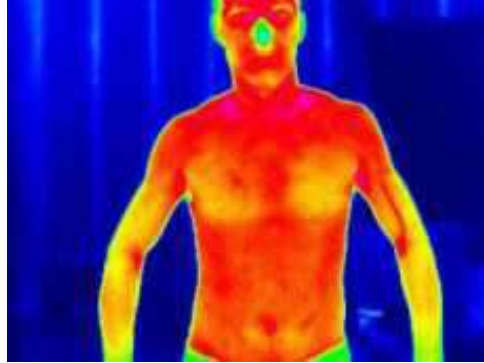
Sensor PIR merupakan sensor yang dapat mendeteksi pergerakan, dalam hal ini sensor PIR banyak digunakan untuk

mengetahui apakah ada pergerakan manusia dalam daerah yang mampu dijangkau oleh sensor PIR. Sensor ini memiliki ukuran yang kecil, murah, hanya membutuhkan daya yang kecil, dan mudah untuk digunakan. Oleh sebab itu, sensor ini banyak digunakan pada skala rumah maupun bisnis. Sensor PIR ini sendiri merupakan kependekan dari “Passive InfraRed” sensor. Pada umumnya sensor PIR dibuat dengan sebuah sensor *pyroelectric sensor* (seperti yang terlihat pada gambar di samping) yang dapat mendeteksi tingkat radiasi inframerah. Segala sesuatu mengeluarkan radiasi dalam jumlah sedikit, tetapi semakin panas benda/makhluk tersebut maka tingkat radiasi yang dikeluarkan akan semakin besar.



**Gambar 23. Sensor PIR**

Sensor ini dibagi menjadi dua bagian agar dapat mendeteksi pergerakan **bukan** rata-rata dari tingkat inframerah. Dua bagian ini terhubung satu sama lain sehingga jika keduanya mendeteksi tingkat inframerah yang sama maka kondisinya akan LOW. Namun, jika kedua bagian ini mendeteksi tingkat inframerah yang berbeda (terdapat pergerakan) maka akan memiliki *output* HIGH dan LOW secara bergantian. Inilah mengapa sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan manusia yang masuk pada jangkauan sensor PIR, hal ini disebabkan manusia memiliki panas tubuh sehingga mengeluarkan radiasi inframerah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 24, di bawah ini.



**Gambar 24. Radiasi Inframerah pada Tubuh Manusia**

#### 4. Sensor DHT22

DHT22 adalah suhu dan kelembapan sensor digital senyawa yang *output* dikalibrasi sinyal digital. Berkat teknologi akuisisi modul khusus digital dan suhu dan kelembapan penginderaan teknologi diterapkan pada modul, DHT22 datang dengan keandalan yang sangat tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik. DHT22 termasuk sensor kelembapan kapasitif dan suhu mengukur elemen NTC yang terhubung ke kinerja tinggi 8-bit mikrokontroler, sehingga kualitas yang sangat baik, waktu respons super cepat, kemampuan antiinterferensi yang kuat dan sangat hemat biaya.

Dibandingkan dengan suhu SHT10 dan sensor *humidity*, DHT22 menikmati presisi tinggi dan harga yang lebih rendah, menjadikannya pilihan ideal untuk rentang pertengahan harga, suhu & kelembapan kinerja tinggi sensor. Jika digunakan bersama-sama dengan papan ekspansi Arduino, akan dengan mudah mendapatkan interactivities korelasi antara suhu dan persepsi kelembapan.



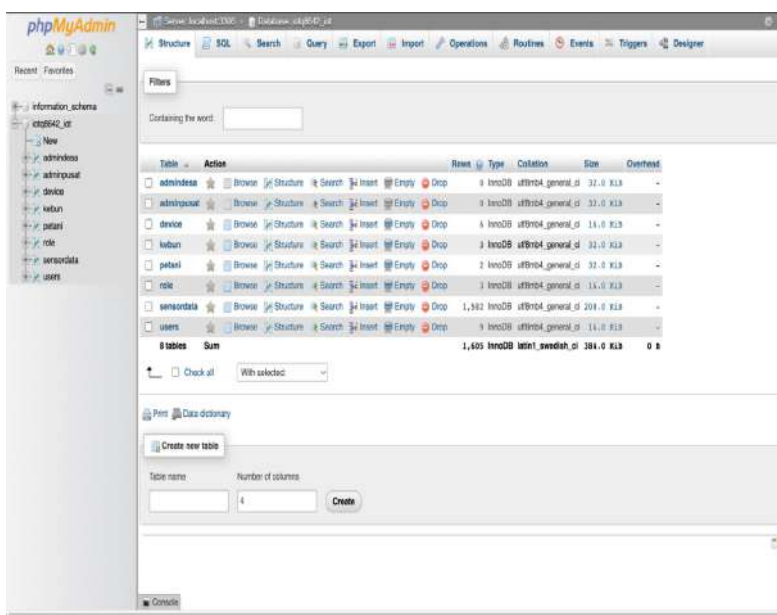
**Gambar 25. Sensor DHT22**

### **B. Platform *Internet of Things* (IoT) dalam Bentuk *Website***

Platform IoT adalah *software* yang menghubungkan data (koneksi internet) dengan objek digital tanpa memerlukan campur tangan manusia. Dengan kata lain, IoT adalah sebuah teknologi yang mengintegrasikan konektivitas, perangkat keras, dan cloud. Teknologi IoT memungkinkan membuat aplikasi dengan fitur spesifik sesuai kebutuhan bisnis. Tujuannya agar aplikasi buatan fungsional dan sesuai target pasar. Hal ini akan membantu mengurangi risiko dan biaya saat mengembangkan hingga meluncurkan produk ke pasar.

Pada IoT pemantau pohon kopi di Gunungmanik menggunakan *website* dengan domain *iotgm.id*. *Website* ini bertujuan untuk menerima data dari alat pemantau dan menginterpretasikan data tersebut dalam bentuk grafik dan angka agar dapat dipahami oleh *user*. *Website* ini dibuat menggunakan pemrograman HTML dan CSS serta menggunakan bootstrap. Data yang dikirim dari alat pemantau akan tersimpan pada *database* yang menggunakan phpMyAdmin dan koneksi ke *database* menggunakan pemrograman PHP.

Tabel 5. Halaman phpMyAdmin



Tabel 6. Koneksi.php

```

koneksi.php
// (PHP script, ASCII text, with CR/LF line terminators)
// PHP
// @codingStandardsIgnoreStart
define('BASEPATH', dirname(__FILE__) . '/');
define('BASEPATH_URL', 'http://localhost/');
define('BASEPATH_DB_NAME', 'admin');
define('BASEPATH_DB_USER', 'root');
define('BASEPATH_DB_PASS', '');

// Create connection
$db = new mysqli(BASEPATH, BASEPATH_DB_USER, BASEPATH_DB_PASS, BASEPATH_DB_NAME);

// Check connection
if ($db->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $db->connect_error);
}

// Close connection
$db->close();

```

1. Alur Kerja

ESP8266 sebagai mikrokontroler sebagai bentuk efisiensi daya dan arsitektur dari keseluruhan dengan mikrokontroler ini dipadukan dengan sensor PIR sebagai pendeteksi inframerah dan DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan. Alat ini disuplai dengan daya dari dua baterai 18650 dan juga panel surya sebagai pengisi daya *recharge* dan sebagai jaringan internet akses menggunakan modem Wi-Fi dongle.

Sensor kelembapan tanah dan sensor PIR memberikan data kepada mikrokontroler Arduino Uno untuk diproses. Kemudian dikirimkan pada ESP8266 untuk di-*upload* ke *database* MySQL/PHP yang akan ditampilkan pada *dashboard website*. Notifikasi akan muncul jika bertemu kondisi seperti tanah kering, dan jika ada hama yang mendekat pada pohon kopi. Sementara perancangan perangkat lunak dimulai dengan membuat *use case diagram*, untuk memperjelas pembagian tugas/fungsi masing-masing pengguna/*user* (petani kopi) terhadap perancangan sistem yang dibuat. *User* dapat melakukan beberapa kegiatan dalam sistem seperti melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password*, mengedit profil, mengakses *dashboard* di mana user dapat melihat data-data yang dikirim oleh sensor, mengakses log yang berisikan data-data sensor dan dapat mencetak data tersebut, terakhir adalah mendapatkan notifikasi. *User* (petani kopi) bisa memonitor data-data tersebut kapan saja, di mana saja melalui perangkat selulernya menggunakan konektifitas Wi-Fi.



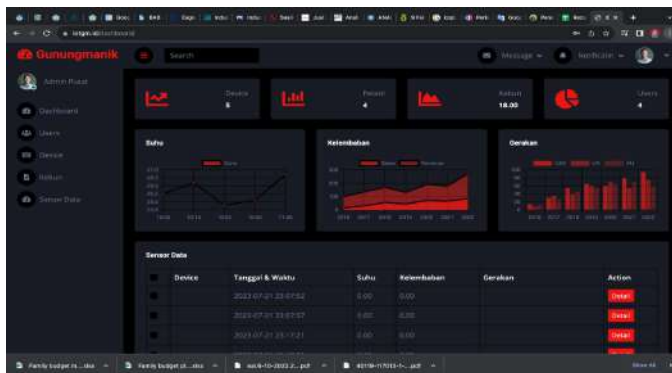
**Gambar 26. Alur Kerja Alat Monitoring Berbasis IoT pada Pertanian Kopi**

Alur fungsi penggunaan dari alat ini menghasilkan data yang akan dikirim ke server untuk disimpan ke *database* dan data yang dikirim berupa daya JSON dengan ini *device\_id*, suhu kelembapan, dan gerakan.

*Website* yang digunakan pada IoT ini memiliki *domain iotgm.id*. Dalam *website* ini ada fitur utama yang dapat digunakan oleh



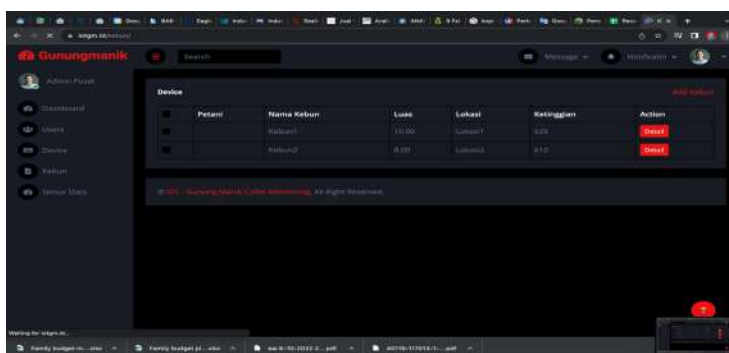
*user*, yaitu ada *dashboard*, kebun, dan data sensor. Pada fitur *dashboard*, *user* dapat melihat seluruh kesimpulan data yang ada pada sistem, seperti jumlah kebun, grafik suhu, kelembapan dan gerakan, serta data sensor yang masuk secara *real-time*.



**Gambar 27. Website Domain *iotgm.id***

Sumber: Data Penulis (2023)

Pada fitur kebun, *user* dapat memasukkan data-data kebun yang dimiliki oleh petani. Data yang dapat dimasukkan adalah nama kebun, lokasi kebun, luas kebun, dan ketinggian kebun. Fitur ini dibuat agar memudahkan *user* dapat menyimpan data kebun yang dimiliki oleh petani di Desa Gunungmanik secara lengkap dan terstruktur.



**Gambar 28. Website Domain *iotgm.id* dalam Fitur Status Pertanian Kopi**

Sumber: Data Penulis (2023)

Fitur utama terakhir adalah sensor data. Fitur ini berfungsi untuk memberikan informasi data tentang suhu, kelembapan, dan gerakan yang didapat dari perangkat pemantau secara *real-time*. Pada fitur ini juga ditampilkan informasi *device* atau alat, tanggal dan waktu.

No.	Device	Tanggal & Waktu	Suhu	Kelembaban	Gerakan	Kesimpulan	Action
1	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:23	30,88	75,10	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
2	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:20	30,88	74,89	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
3	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:17	30,88	74,70	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
4	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:14	30,88	74,00	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
5	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:11	30,90	74,00	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
6	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:07	30,88	74,70	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
7	Su079R1a01M	2023-07-23 22:09:04	30,88	74,00	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
8	Su079R1a01M	2023-07-23 22:08:56	30,90	74,90	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
9	Su079R1a01M	2023-07-23 22:08:52	30,88	75,10	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
10	Su079R1a01M	2023-07-23 22:08:50	30,88	75,20	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah
11	Su079R1a01M	2023-07-23 22:08:47	30,90	74,80	Per Motion terdeteksi	Salah	Salah

Gambar 29. Website Domain *iotgm.id* dalam Fitur Sensor Data Pertanian Kopi

Sumber: Data Penulis (2023)



Gambar 30. Prototype Alat Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) yang Dilengkapi dengan Panel Surya

Sumber: Data Penulis (2023)

## DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, F. M. 2019. "Analisis Keragaman Morfologi Koleksi Tanaman Kopi Arabika dan Robusta Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar Sukabumi." *Skripsi, December*, 1–54. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24208.66567>.
- Abendroth, B., Kleiner, A. & Nicholas, P. 2017. *Cybersecurity Policy for The Internet of Things*. USA: Microsoft Corporation.
- Bayu, I. 2020. *(Coffea canephora L.) Di Kebun Malangsari PT Perkebunan Nusantara XII Banyuwangi, Jawa Timur Bayu Indrayana Program Studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan*.
- Bogers, M., West, J., 2012. "Managing Distributed Innovation: Strategic Utilization of Open and User Innovation". *Creativ. Innovat. Manag.* 21: 61–75. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2011.00622.x>.
- Christidis, K. & Devetsikiotis, M. 2016. "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things". *IEEE Access* 4: 2292–2303.
- Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan. 2018. "Pedoman SMK Membangun Desa". In *Kementerian Pendidikan dan kebudayaan*. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>.
- Efendi, Y. 2018. "Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile". *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer* 4, no. 2: 19–26. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>.
- Feri Herwanto, Acep Sopandi. 2019. "Eksplorasi dan Karakteristik Morfologi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea Robusta L*) di Dataran Medium Kecamatan Lembah Masurai Kabupaten Merangin". *Sains Agro*.

- Gumulya, D., & Helmi, I. S. 2017. "Kajian Budaya Minum Kopi Indonesia". *Jurnal Dimensi Seni Rupa dan Desain* 13, no. 2: 153–172. <https://doi.org/10.25105/dim.v13i2.1785>.
- Grassi, A. et al. 2020a. "A Semi-heterarchical Production Control Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems". *Manufacturing Letters* 24: 43–46.
- Gronau, N., Ullrich, A., & Teichmann, M. 2017. "Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organization, Process, and Interaction Based on the Learning Factory Concept". *Procedia Manufacturing* 9: 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.029>.
- Kaur, H. 2019. *Internet of Things: A Review on Technologies, Architecture, Challenges, Applications, Future Trends. Benchmarking: An International Journal*: 1–22. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0431>.
- Kembaren, E. T., & Muchsin. 2021. "Pengelolaan Pasca Panen Kopi Arabika Gayo Aceh". *Jurnal Visioner dan Strategis* 10, no. 1: 29–36.
- Keum, D. D., & See, K. E. 2017. "The Influence of Hierarchy on Idea Generation and Selection in the Innovation Process". *Organization Science* 28, no. 4: 653–669.
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. 2019. "Internet of Things is a Revolutionary Approach for Future Technology Enhancement: A Review". *Journal Big Data* 6, no. 111: 1–21. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>.
- Lisá, E., Hannelová, K., & Newman, D. 2019. "Comparison Between Employers' and Students' Expectations in Respect of Employability Skills of University Graduates". *International Journal of Work-Integrated Learning* 20, no. 1: 71–82.
- Mukrimaa, S. S., Nurdyansyah, Fahyuni, E. F., YULIA CITRA, A., Schulz, N. D., د. ناسخ, Taniredja, T., Faridli, E. M., & Harmianto, S. 2016. "Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Kopi". In *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar* (Vol.

- 6, Issue August).
- Panen, A. P., & September-November, F. (n.d.). *B . Waktu Panen Kopi C . Cara Panen Buah Kopi*.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Anto, C. I., & S. Joni M Unarso. 2010. "Budidaya dan KOPI Penelitian, Pusat, dan Pengembangan". *Budidaya dan KOPI*: 1-70.
- Purwantiningsih, B., Leksono, A. S., & Yanuwiadi, B. 2012. "Kajian Komposisi Serangga Polinator pada Tumbuhan Penutup Tanah di Poncokusumo-Malang". *Berkala Penelitian Hayati* 17, no. 2: 165-172. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.27.2.20127>.
- Sianipar, H. 2017. "Keragaman Genetik Populasi Kopi Liberika (*Coffea Liberica* W. Bull Ex. Hiern) di Kecamatan Betara Berdasarkan Karakteristik Buah dan Biji". *Jurnal AGRICULTURE* 53, no. 9: 1689-1699.
- S. Wahjusaputri, S. Fitriani, and S. Syarif. 2019. "Dinamika Pendidikan". 14, no. 17: pp. 142-154.
- Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., & Verl, A. 2015. "Making Existing Production Systems Industry 4.0-ready". *Production Engineering* 9, Issue.1: 143-148.
- Subantoro, R., & Aziz, M. A. 2019. "Teknik Pemangkasan Tanaman Kopi (*Coffea sp*)". *Mediagro* 15, no. 01: 52-65. <https://doi.org/10.31942/md.v15i01.3070>.
- Tripathy, B. K., & Anuradha, J. 2018. "*Internet of Things (IoT): Technologies, Applications, Challenges, and Solutions*". CRC Press LLC.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa, Pasal 78, Ayat (1).
- Wahjusaputri, S., Bunyamin, B., & Bakrun. 2021. "Critical Success Factors in Implementing Teaching Factory-Based Competency for Vocational High School Students". *Cakrawala Pendidikan* 40, no. 3. <https://doi.org/http://doi:10.21831/cp.v40i3.2887>.
- Wahjusaputri, S., Fitriani, S., & Syarif, S. 2019a. "Canvas Model

- Business as an Innovation of Teaching Factory Learning”. *Jurnal Dinamika Pendidikan* 14, no. 17: 142-154. <https://doi.org/10.15294/dp.v14i2.21167>.
- Wermann, J., Colombo, A. W., Pechmann, A., & Zarte, M. 2019. “Using an Interdisciplinary Demonstration Platform for Teaching Industry 4.0”. *9th Conference on Learning Factories 2019* 31: 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.048>.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L. & Zorzi, M. 2014. “Internet of Things for Smart Cities”. *IEEE Internet Things Journal* 1, no. 1: 22-32.
- Zhu, C., Leung, V.C.M., Shu, L. & Ngai, E.C.H. 2015. “Green Internet of Things for Smart World”. *IEEE Access* 3: 2151-2162.

## TENTANG PENULIS



### **Dr. Bunyamin, M.Pd.**

Bunyamin lahir di Bandung 2 Februari 1965, putra kelima dari Bapak Ahmad (almarhum) dan Ibu Najiroh (almarhumah). Menikah dengan Hamidah, memiliki satu orang putri; Annisa (almarhumah) dan dua orang putra; Hilal Muharrom dan Navil Avicena. Menamatkan sekolah dasar di kampung kelahirannya SD Negeri Bonjot Bandung tamat tahun 1977, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri Bekasi tamat tahun 1981, melanjutkan Sekolah Pendidikan Guru (SPG) Muhammadiyah Jakarta tamat tahun 1984, pada tahun 1985 melanjutkan kuliah S-1 di Universitas Muhammadiyah Surakarta tamat tahun 1990, S-2 di Universitas Islam Djakarta tamat tahun 2005 dan jenjang S-3 di UNJ dituntaskan tahun 2013.

Karier pekerjaan dimulai menjadi guru honor pada SD negeri, selanjutnya pernah menjadi guru honor di berbagai level sekolah formal; SMP, SMK, Madrasah, dan Perguruan Tinggi hingga tahun 2001. Tahun 2001 diangkat menjadi dosen tetap Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA hingga sekarang. Sempat diberi tugas tambahan sebagai ketua program studi, Wakil Dekan, Dekan, dan Wakil Rektor di UHAMKA.

Beberapa buku yang merupakan karyanya adalah: (1) Implementasi Strategi Pembelajaran Nabi Muhammad SAW, (2) Manajemen Berbasis Kultur Religi, (3) Total Quality Manajemen in Education, (4) Belajar dan Pembelajaran, (5) Penerapan Model SMK Membangun Desa Berbasis Internet of Things, (6) Manajemen Pendidikan.



**Tashia Indah Nastiti, M.M., M.Kom.**

Tashia Indah Nastiti, menyelesaikan pendidikan formal S-1 di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, program studi Ilmu Komputer dengan penjurusan pada Jaringan dan Sistem Komputer. Kemudian dilanjutkan mengambil S-2 Magister Ilmu Komputer di Universitas Indonesia, Depok. Saat ini merupakan dosen tetap di program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta. Penulis mengampu mata kuliah Sistem Berbasis Pengetahuan, Teknik Kompilasi, dan Sistem Informasi. Penulis merupakan asisten peneliti dalam beberapa penelitian baik penelitian universitas maupun penelitian nasional dari tahun 2016 hingga 2021. Penulis berkonsentrasi pada bidang teknologi pendidikan serta keamanan sistem informasi, dibuktikan pada penelitian yang diselenggarakan oleh BRIN tentang Model Pembelajaran Berbasis Kecerdasan Artifisial untuk Meningkatkan Talenta Mahasiswa Pendidikan Tinggi Menuju Era Digitalisasi pada tahun 2022, serta Penelitian Fundamental dari kemendikbudristek tentang model pembelajaran *teaching factory* berbasis *artificial intelligence* di tahun 2023. Karya artikel ilmiah penulis telah banyak dipublikasikan di jurnal internasional dan nasional terakreditasi, terpublikasi terindeks Scopus, Sinta-1, Sinta-2. Penulis aktif menjadi narasumber di seminar nasional maupun internasional. Penulis dapat dihubungi, email: [tashia.indahnastiti@unindra.ac.id](mailto:tashia.indahnastiti@unindra.ac.id)





**Dr. Ir. Sintha Wahjusaputri, M.M.**

Sintha Wahjusaputri, menyelesaikan pendidikan formal S-1 di Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) jurusan Teknik Elektro, Magister Manajemen (S-2) di Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi IPWI, Jakarta serta Program Doktorat (S-3) Manajemen Pendidikan di Universitas Negeri Jakarta (UNJ). Saat ini merupakan dosen tetap di Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka (UHAMKA), dengan jabatan akademik Lektor Kepala IV-B/ Pembina Tingkat I. Penulis mengampu mata kuliah Statistik Pendidikan, Sistem Informasi Manajemen Pendidikan, Metodologi Penelitian Manajemen dan Bisnis, Manajemen Strategis. Selain aktif mengajar, penulis menjadi peneliti nasional Kemendikbudristek dan mendapat hibah penelitian di bidang Pendidikan Menengah Kejuruan sejak tahun 2018 hingga sekarang. Selain itu, penulis juga mendapatkan Hibah Nasional Penelitian BRIN (2022-2023) dan Hibah Nasional Penelitian Muhammadiyah (2022-2023). Karya artikel ilmiah penulis telah banyak dipublikasikan di jurnal internasional dan nasional terakreditasi, terpublikasi terindeks Scopus, Sinta-1, Sinta-2. Penulis aktif menjadi narasumber di seminar nasional maupun internasional dan aktif menulis buku tentang pendidikan dan manajemen yang sudah diterbitkan dan ber-ISBN, yaitu (1) Buku Statistika Pendidikan; (2) Model Pembelajaran *Teaching Factory*; (3) Penerapan Model SMK Membangun Desa Berbasis *Internet of Things* (Teori dan Praktik); (4) Bank dan Lembaga Keuangan (Edisi-2); (5) Program SMK Pusat Keunggulan (*Centre of Excellence*) pada Pendidikan Menengah Vokasi, dan lainnya. Penulis dapat dihubungi, email: [sinthaw@uhamka.ac.id](mailto:sinthaw@uhamka.ac.id); Nomor Scopus: 57215772654; Sinta ID: 5989894; Google Cendekia: JM26A8AAA AJ; Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5602-7366>



**Johan, M.T.**

Johan, M.T. menyelesaikan pendidikan formal S-1 di Universitas Pasundan Bandung, program studi Teknik dan Manajemen Industri, Magister Teknik Industri (S-2) di Universitas Mercu Buana. Saat ini dosen tetap Universitas Muhammadiyah Cirebon dengan program studi Teknik Industri dengan jabatan akademik Lektor III-C. Penulis adalah dosen Manajemen Proyek, Perencanaan dan Perancangan Produk, Production Planning and Inventory Control dan Tata Letak Fasilitas Pabrik. Selain aktif mengajar, penulis juga menjadi kepala divisi pengabdian kepada masyarakat, aktif dalam membina desa-desa yang ada di wilayah tiga Cirebon.

# PROGRAM SMK MEMBANGUN DESA

dalam Mewujudkan Otomatisasi Pertanian Kopi

Solusi mengatasi permasalahan bangsa, dimulai dari desa, untuk itu diperlukan kerja sama. "SMK harus menjadi solusi permasalahan bangsa, karena menyelesaikan masalah itu dimulai dari desa, untuk itulah perlu adanya kerjasama antara Akademisi, Pemerintah, Dunia Usaha dan Industri (DU-DI) dan Komunitas".

Program SMK Membangun Desa Dalam Mewujudkan Otomatisasi Pertanian Kopi merupakan wujud otomatisasi pertanian kopi menggunakan Internet of Things (IoT) dalam proses tanam kopi teknologi untuk memonitoring kelembaban udara, pH Tanah, air, serangga hingga pasca panen dilengkapi dengan panel surya, agar kualitas kopi baik. Melalui program SMK Membangun Desa diharapkan SMK menjadi visi sebagai sekolah IDAMAN (Inovasi, Dedikasi, Amanah, Mandiri, Aman dan Nyaman) dan menjadi bagian dari solusi inovasi teknologi yang dapat menghasilkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang unggul, kompeten, dan berdaya saing di era revolusi industri 4.0.

Buku ini diharapkan menjadi sebuah informasi yang menarik dan bermanfaat bagi peneliti dan petani kopi serta siswa SMK.

 **BINTANG**  
SEMESTA MEDIA

Jl. Karang Sari, Cg. Nekula, Sleman, Yogyakarta 57773.  
Telepon: (0274) 4359369 WA: 0858 4334 2317  
Email: redaksi@bintangpustaka@gmail.com  
Website: bintangpustaka.com



ISBN 978-623-190-310-5



9 786231 903105