

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap protein hewani, industri peternakan ayam broiler di Indonesia terus berkembang pesat. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk memenuhi permintaan pasar adalah dengan mengembangkan sistem kandang ayam modern berbasis teknologi. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih baik serta kesejahteraan ternak. PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk sebagai salah satu perusahaan agribisnis terkemuka di Indonesia telah melakukan ekspansi pembangunan kandang ayam broiler modern di berbagai wilayah, termasuk di Pulau Bintan. Dalam sistem peternakan modern, aspek kelistrikan memegang peran penting dalam operasional kandang, karena hampir seluruh kegiatan utama dalam kandang—seperti pencahayaan, ventilasi, pemanas, pendingin, pemberian pakan dan minum otomatis, hingga pemantauan suhu dan kelembapan mengandalkan tenaga listrik. Tanpa sistem kelistrikan yang andal dan efisien, operasional kandang akan terganggu yang dapat berdampak pada penurunan produktivitas dan kesejahteraan ayam broiler. Terlebih lagi, lokasi pembangunan di Pulau Bintan memiliki tantangan tersendiri dalam penyediaan listrik karena faktor geografis dan keterbatasan infrastruktur kelistrikan di beberapa titik. Oleh karena itu, diperlukan analisis sistem kelistrikan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa perencanaan sistem listrik dapat mendukung kebutuhan operasional kandang dengan baik. Perlu dicatat bahwa kandang ayam broiler yang

menjadi objek penelitian ini masih dalam tahap pembangunan dan belum beroperasi. Sehingga, seluruh analisis yang dilakukan berdasarkan data perencanaan teknis dan estimasi kebutuhan daya, bukan data aktual dari operasi harian.

Pencahayaan dalam kandang ayam memiliki peranan yang sangat vital karena berhubungan langsung dengan kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas ayam. Intensitas cahaya yang sesuai dapat memengaruhi pola makan, pergerakan, dan pertumbuhan ayam. Penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan yang baik dapat meningkatkan efisiensi pakan, mempercepat pertumbuhan, serta meningkatkan kesejahteraan ayam broiler. Sebaliknya, pencahayaan yang kurang atau berlebihan dapat menyebabkan stres, penurunan produktivitas, bahkan gangguan kesehatan pada ayam.

Dalam penerapannya, sistem pencahayaan di kandang ayam modern sering kali menggunakan lampu LED karena lebih hemat energi, memiliki umur pakai lebih panjang, dan mampu menghasilkan intensitas cahaya yang stabil. Namun demikian, diperlukan analisis lebih lanjut apakah tingkat pencahayaan yang digunakan sudah sesuai dengan standar kebutuhan ayam broiler dan apakah penggunaan daya listriknya sudah efisien.

Selain aspek pencahayaan, analisis terhadap daya listrik secara keseluruhan juga perlu dilakukan agar kapasitas trafo, panel distribusi, dan sistem kelistrikan lainnya dapat menopang kebutuhan beban dengan optimal. Perhitungan beban, faktor daya, dan efisiensi penggunaan energi menjadi dasar penting dalam menentukan kelayakan sistem kelistrikan di kandang ayam modern.

Oleh karena itu, penelitian mengenai analisis pencahayaan dan daya listrik pada kandang ayam modern menjadi sangat penting. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kesesuaian intensitas cahaya dengan kebutuhan ayam broiler, efisiensi penggunaan daya listrik, serta rekomendasi perbaikan yang dapat menunjang produktivitas dan efisiensi energi pada kandang ayam modern.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa estimasi kebutuhan daya listrik yang diperlukan untuk menunjang pencahayaan dikandang ayam tersebut?
2. Apakah konsumsi energi listrik pada pencahayaan dikandang ayam dibisa dikurangi?
3. Bagaimana cara menghemat energi listrik pada pencahayaan di PT. Japfa Comfeed di pulau bintang?
4. Berapa potensi daya listrik yang bisa dihemat dikandang ayam modern PT. Japfa Comfeed dipulau bintang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Menganalisis konfigurasi sistem kelistrikan yang direncanakan untuk digunakan pada kandang ayam broiler PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk di Pulau Bintan.

2. Menghitung estimasi total kebutuhan daya listrik pada pencahayaan berdasarkan peralatan yang digunakan dalam operasional kandang ?
3. Mengevaluasi keandalan dan efisiensi sistem pencahayaan berdasarkan desain dan spesifikasi lampu yang tersedia.
4. Memberikan rekomendasi teknis untuk optimalisasi pencahayaan agar lebih efisien, aman, dan andal.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. **Bagi perusahaan:** Memberikan gambaran awal dan masukan teknis untuk evaluasi dan perencanaan sistem kelistrikan kandang ayam broiler yang efisien dan andal.
2. **Bagi akademisi:** Menambah referensi dan literatur mengenai penerapan teknik kelistrikan pada bidang peternakan unggas modern.
3. **Bagi mahasiswa:** Memberikan wawasan praktis tentang penerapan ilmu teknik elektro dalam dunia industri, khususnya di sektor agribisnis.
4. **Bagi masyarakat umum:** Memberikan pemahaman tentang pentingnya pencahayaan dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan kandang ayam berbasis teknologi dan skala besar.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada satu unit kandang ayam broiler milik PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk yang berlokasi di Pulau Bintan.
2. Aspek yang dikaji terbatas pada pencahayaan dalam kandang ayam dan tidak membahas hal yang lain secara khusus dan mendalam.
3. Penelitian tidak membahas aspek teknis lain seperti sistem manajemen peternakan, pengendalian penyakit, sistem biosekuriti, dan analisis ekonomi secara menyeluruh.
4. Data yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari gambar rencana teknis (shop drawing), spesifikasi teknis peralatan, dan wawancara dengan tim teknis perusahaan.
5. Kandang ayam broiler yang menjadi objek penelitian ini masih dalam tahap pembangunan dan belum beroperasi, sehingga seluruh analisis kelistrikan dilakukan berdasarkan dokumen perencanaan teknis dan bukan berdasarkan data operasional aktual.

## **BAB II**

### **SISTEM KELISTRIKAN**

#### **2.1 Pendahuluan**

Kandang ayam modern merupakan salah satu inovasi dalam bidang peternakan unggas yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kesejahteraan hewan. Salah satu aspek krusial dalam operasional kandang modern adalah sistem kelistrikan. Sistem ini tidak hanya menyediakan pencahayaan, tetapi juga mengatur sirkulasi udara, pemanas, pendingin, sistem pemberian pakan otomatis, serta pengawasan melalui sensor dan kamera. Dalam konteks industri seperti yang digunakan oleh PT Japfa Comfeed Indonesia di Pulau Bintan, sistem kelistrikan harus dirancang dengan cermat untuk memastikan operasional yang kontinu dan minim gangguan, karena kegagalan listrik dapat berdampak langsung terhadap kesehatan ayam dan kerugian ekonomi yang signifikan. Dalam industri peternakan modern, sistem kelistrikan memainkan peran yang sangat penting dalam mendukung operasional harian, meningkatkan efisiensi produksi, serta menjaga kenyamanan dan kesehatan ternak. Kandang ayam modern umumnya dilengkapi dengan berbagai peralatan otomatis seperti sistem ventilasi, pemanas, pencahayaan, pemberi pakan otomatis, dan sistem monitoring lingkungan yang semuanya bergantung pada pasokan listrik yang stabil dan sistem distribusi kelistrikan yang andal. Instalasi listrik pada kandang ayam modern dirancang dengan mempertimbangkan faktor keamanan, efisiensi energi, dan kemudahan pengendalian. Sistem ini meliputi panel distribusi utama, sistem pembumian (grounding), proteksi arus lebih (MCB), serta jaringan kabel dan konektor tahan terhadap kelembaban dan korosi, karena lingkungan kandang cenderung lembap

dan berdebu. Menurut **SNI 04-0225-2000 tentang Instalasi Listrik pada Bangunan Peternakan**, standar instalasi listrik harus memperhatikan kapasitas beban maksimum, jenis isolasi kabel, dan sistem proteksi kebocoran arus. Penerapan standar ini mencegah risiko kebakaran dan gangguan kelistrikan. Perkembangan teknologi telah mendorong perubahan signifikan dalam sistem peternakan, termasuk dalam aspek kelistrikan. Dalam kandang ayam broiler modern, listrik menjadi sumber energi utama untuk mengoperasikan berbagai sistem pendukung produksi, seperti pencahayaan, ventilasi, pemanas, pendingin udara, pemberian pakan dan air otomatis, serta perangkat pengatur suhu dan kelembapan. Lingkungan mikro dalam kandang sangat memengaruhi produktivitas dan kesehatan ayam broiler. Oleh karena itu, sistem kelistrikan yang andal dan efisien menjadi sangat penting agar kondisi kandang dapat dikendalikan sesuai kebutuhan biologis ayam. Keandalan listrik juga berkaitan langsung dengan kenyamanan kerja operator kandang serta efisiensi biaya operasional. Dalam konteks lokasi seperti Pulau Bintan, yang masih menghadapi tantangan pada infrastruktur listrik, sistem kelistrikan harus dirancang dengan memperhatikan ketersediaan pasokan utama (PLN) maupun sistem cadangan (genset), agar operasional kandang tidak terganggu ketika terjadi pemadaman. Gangguan pada sistem kelistrikan dapat menyebabkan penurunan performa produksi, stres pada ayam, hingga kematian massal yang berujung pada kerugian ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan sistem cadangan kelistrikan yang dapat diandalkan. Salah satu solusi umum yang diterapkan dalam kandang ayam modern adalah penggunaan **genset (generator set)**. Genset merupakan alat pembangkit listrik yang dapat beroperasi

secara mandiri menggunakan bahan bakar seperti solar, bensin, atau gas. Fungsi utama genset dalam konteks kandang ayam modern adalah untuk menyediakan sumber energi cadangan pada saat terjadi pemadaman listrik dari sumber utama (seperti PLN), baik dalam jangka pendek maupun panjang. Dengan kata lain, genset bertindak sebagai elemen pendukung untuk menjamin **kontinuitas operasi** semua sistem kelistrikan yang berpengaruh langsung terhadap performa produksi ayam.

## 2.2 Daya Listrik Pada Kandang Ayam Modern

Penggunaan energi listrik pada kandang ayam modern sangat berhubungan dengan pencahayaan, sistem ventilasi, pemanas (heater), pendingin (cooling pad atau kipas), serta peralatan otomatisasi (feeding system, sensor, dan IoT). Untuk itu, analisis kebutuhan daya listrik menjadi penting agar sistem kelistrikan dapat bekerja optimal dan tidak menimbulkan kerugian energi maupun gangguan operasi.

### 1. Konsep Daya Listrik

Secara umum, daya listrik (P) didefinisikan sebagai hasil kali tegangan listrik (V) dengan arus listrik (I):

$$P = V \times I$$

Khusus untuk sistem AC (arus bolak-balik), terdapat perbedaan antara daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S):

- Daya Aktif (P):  $P = V \times I \times \cos \phi$  [Watt]

- Daya Reaktif (Q):  $Q = V \times I \times \sin \phi$  [VAR]

- Daya Semu (S):  $S = V \times I$  [VA]

Hubungan ketiganya dinyatakan dalam segitiga daya:  $S^2 = P^2 + Q^2$

## 2. Faktor Daya (Power Factor)

Faktor daya adalah rasio antara daya aktif dan daya semu:

$$\cos \varphi = P / S$$

Faktor daya ideal adalah mendekati 1. Jika rendah (<0,85), maka konsumsi energi tidak efisien dan sering menimbulkan denda dari PLN.

## 3. Kebutuhan Daya Terpasang

Kebutuhan daya total suatu kandang ayam dihitung dari penjumlahan seluruh beban listrik yang dipasang:

$$P_{\text{total}} = \sum P_i$$

dengan  $P_i = V \times I \times \cos \varphi$  adalah daya tiap beban.

Agar sistem aman, biasanya ditambahkan cadangan daya 20–30%:

$$P_{\text{dengan\_cadangan}} = P_{\text{total}} \times (1 + \text{cadangan})$$

Contoh: Jika total daya terpasang 36,7 kW, maka dengan cadangan 20% diperoleh:

$$P = 36,7 \times 1,2 = 44,04 \text{ kW}$$

## 4. Transformator dan Panel Distribusi

Pada kandang ayam modern berskala besar, daya listrik biasanya disuplai dari transformator distribusi. Misalnya trafo berkapasitas 20 kVA dengan tegangan 380 V.

Kapasitas trafo dihitung dari:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I$$

dengan  $V$  = tegangan antar fasa (380 V) dan  $I$  = arus fasa.

Distribusi beban dilakukan melalui Panel Hubung Bagi (PHB), lalu disalurkan ke Main Distribution Panel (MDP) dan Sub Distribution Panel (SDP).

## **5. Efisiensi Energi**

Agar konsumsi energi efisien, biasanya digunakan peralatan hemat energi seperti:

- Lampu LED hemat energi
- Motor kipas dengan efisiensi tinggi
- Kontrol otomatis berbasis sensor untuk pencahayaan dan ventilasi

### **2.3 Komponen Sistem Kelistrikan Kandang Ayam Modern**

Sistem kelistrikan kandang ayam modern terdiri dari berbagai komponen yang bekerja secara terintegrasi. Beberapa komponen penting di antaranya:

#### **a. Sumber Daya Listrik**

Umumnya, kandang ayam modern mengandalkan dua sumber listrik:

- PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai sumber utama.
- Genset (Generator Set) sebagai cadangan untuk mengantisipasi pemadaman.

Beberapa instalasi juga menggunakan panel surya sebagai sumber energi alternatif, untuk efisiensi dan keberlanjutan energi.

#### **b. Panel Distribusi (Panel Listrik)**

sistem kelistrikan yang direncanakan untuk digunakan pada satu unit kandang ayam broiler modern milik PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk di Pulau Bintan. Sistem ini mencakup semua aspek instalasi kelistrikan seperti:

## 1. Panel Utama Dan Panel Distribusi



Gambar 3.1 panel utama dan distribusi

Panel listrik adalah perangkat atau kotak instalasi yang berfungsi sebagai pusat distribusi, kontrol, dan proteksi sistem kelistrikan. Dalam kandang ayam modern, panel memiliki peran yang sangat penting karena seluruh peralatan pendukung operasional—seperti kipas ventilasi, pemanas, sistem pencahayaan, pompa air, dan kontrol otomatis—mengandalkan suplai listrik yang stabil dan aman.

Panel menjadi tempat terpusat untuk mengatur aliran listrik dari sumber utama (seperti PLN atau genset) ke berbagai beban listrik yang tersebar di dalam kandang. Selain itu, panel juga dilengkapi dengan perangkat pengaman seperti MCB (Miniature Circuit Breaker) dan ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk mencegah terjadinya arus lebih, korsleting, atau kebocoran arus listrik yang bisa membahayakan manusia maupun peralatan.

Dalam sistem kandang modern yang terotomatisasi, panel juga sering berfungsi sebagai tempat instalasi kontrol otomatis seperti **timer**, **sensor suhu**, **relay**, atau bahkan **PLC (Programmable Logic Controller)**, yang memungkinkan sistem berjalan otomatis berdasarkan kondisi lingkungan kandang.

Dengan demikian, panel listrik tidak hanya berfungsi sebagai pembagi daya, tetapi juga sebagai sistem pengatur dan pelindung yang mendukung kelancaran dan keselamatan operasional kandang ayam modern.

## 2. Sistem pencahayaan



Gambar 3.2 lampu dikandang

Sistem pencahayaan dalam kandang ayam modern adalah rangkaian instalasi lampu dan pengatur cahaya yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan ayam secara optimal, baik dari segi intensitas, durasi, maupun penyebaran cahaya. Sistem ini berperan penting dalam mendukung pertumbuhan, produktivitas, dan kesehatan ayam, karena pencahayaan memengaruhi aktivitas makan, perilaku, serta siklus biologis unggas.

Dalam kandang modern yang bersifat tertutup (closed house), cahaya alami sangat terbatas, sehingga sistem pencahayaan buatan menjadi sumber utama penerangan. Sistem ini biasanya menggunakan lampu LED hemat energi yang dikendalikan secara otomatis oleh timer atau sensor, agar pencahayaan dapat disesuaikan dengan umur dan kebutuhan ayam secara tepat. Penempatan lampu disesuaikan dengan layout kandang dan tinggi langit-langit. Lampu sebaiknya didistribusikan secara merata untuk mencegah area gelap. Jarak antar lampu biasanya antara 2–3 meter, tergantung kekuatan cahaya lampu yang digunakan.

Beberapa prinsip desain pencahayaan kandang ayam:

1. Hindari **pencahayaan langsung** yang menyilaukan ayam.
2. Gunakan **warna lampu kuning kehangatan (warm white)** untuk kenyamanan visual.
3. Semua kabel dan fitting harus **tahan panas, tahan lembap, dan mudah dibersihkan.**

Tujuan Pencahayaan pada Ayam Broiler

1. Membantu anak ayam (DOC) menemukan pakan dan minum pada fase awal.
2. Mengontrol aktivitas ayam sehingga konsumsi pakan lebih optimal.
3. Mengurangi stres dan risiko kanibalisme.
4. Mendukung pertumbuhan cepat dan efisiensi pakan.
5. Mengatur siklus istirahat agar ayam tidak kelelahan.

6. Meningkatkan efisiensi energi dengan pengaturan durasi dan intensitas cahaya yang sesuai.

### **1. Lumen (lm) – Aliran Cahaya**

Lumen adalah satuan yang menyatakan jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya. Semakin besar lumen, semakin terang cahaya yang dihasilkan.

Rumus hubungan dengan efikasi cahaya:

$$\eta = \Phi / P$$

Keterangan:

- $\eta$  = efikasi cahaya (lm/W)
- $\Phi$  = fluks cahaya (lumen)
- P = daya listrik lampu (Watt)

Contoh: Lampu LED 9 W menghasilkan 900 lumen  $\rightarrow$  efikasi  $\eta = 900/9 = 100$  lm/W.

### **2. Lux (lx) – Intensitas Penerangan**

Lux adalah satuan intensitas penerangan yang menunjukkan jumlah lumen per satuan luas permukaan yang diterangi.

Rumus:

$$E = \Phi / A$$

Keterangan:

- E = iluminasi (lux)

- $\Phi$  = fluks cahaya (lumen)
- $A$  = luas bidang yang diterangi ( $m^2$ )

Contoh: 1000 lumen untuk area  $10 m^2 \rightarrow E = 1000/10 = 100 \text{ lux}$ .

### 3. Hubungan Lumen dengan Candela

Lumen juga berhubungan dengan candela (cd) yang merupakan ukuran intensitas cahaya. Hubungannya dinyatakan dengan rumus berikut:

$$\Phi = I \times \Omega$$

Keterangan:

- $\Phi$  = fluks cahaya (lumen)
- $I$  = intensitas cahaya (candela)
- $\Omega$  = sudut ruang (steradian)

### 4. Energi Listrik dalam Pencahayaan

Energi listrik yang dikonsumsi oleh lampu tergantung daya dan lamanya pemakaian. Rumus yang digunakan:

$$E = P \times t$$

Keterangan:

- $E$  = energi listrik (Wh atau kWh)
- $P$  = daya lampu (Watt)
- $t$  = lama pemakaian (jam)

Contoh: 20 lampu LED @ 9 W menyala 16 jam/hari  $\rightarrow E = 20 \times 9 \times 16 = 2880$

Wh = 2,88 kWh/hari.

## 5. Standar Pencahayaan Ayam Broiler

Pencahayaan pada ayam broiler sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, konsumsi pakan, kesehatan, serta efisiensi energi. Berikut ini adalah standar pencahayaan berdasarkan fase umur ayam broiler(aviagen.2022):

Fase Umur	Intensitas Cahaya (Lux)	Durasi Cahaya (jam terang/hari)	Keterangan
0–7 hari (Starter)	20–40 lux	23 jam terang, 1 jam gelap	Membantu DOC mengenali pakan & minum, mempercepat adaptasi
8–21 hari (Grower)	10–15 lux	16–18 jam terang, 6–8 jam gelap	Mengurangi stres, mendukung perkembangan organ
22–35 hari (Finisher)	5–10 lux	20 jam terang, 4 jam gelap	Hemat energi, ayam tetap aktif makan tetapi punya waktu istirahat
>35 hari (Menjelang Panen)	≥5 lux	18–20 jam terang, 4–6 jam gelap	Menjaga pertumbuhan stabil hingga panen

### 3. Sistem Ventilasi (Blower)



Gambar 3.3 Ventiasi sistem

Sistem ventilasi dalam kandang ayam modern adalah sistem yang dirancang untuk mengatur pertukaran udara di dalam kandang secara mekanis guna menjaga suhu, kelembapan, kadar gas, dan sirkulasi udara tetap dalam kondisi optimal. Dalam kandang tertutup (*closed house*), sistem ini biasanya menggunakan **blower (kipas exhaust)** sebagai alat utama untuk menarik udara kotor keluar dari kandang dan memicu masuknya udara bersih dari luar.

Ventilasi menjadi faktor krusial dalam manajemen lingkungan kandang karena ayam sangat sensitif terhadap perubahan suhu, konsentrasi gas (seperti amonia dan karbon dioksida), serta kadar oksigen. Tanpa ventilasi yang baik, ayam akan mudah mengalami gangguan pernapasan, stres panas, penurunan nafsu makan, dan peningkatan angka kematian.

Sistem ventilasi, khususnya dengan blower, berfungsi untuk:

1. Mengatur suhu kandang dengan membuang udara panas dan memasukkan udara segar.
2. Menjaga kelembapan dalam batas optimal (60–70%) agar tidak terjadi kelembapan tinggi yang memicu penyakit.
3. Mengurangi konsentrasi gas beracun, seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ).
4. Menyediakan oksigen yang cukup untuk respirasi ayam.
5. Meningkatkan kualitas udara, terutama pada kandang padat populasi.

Sistem blower bekerja berdasarkan prinsip **tekanan negatif** (*negative pressure system*). Ketika blower menyala dan membuang udara dari dalam kandang, tekanan udara dalam kandang menjadi lebih rendah daripada tekanan udara di luar. Hal ini memicu masuknya udara segar dari luar kandang melalui inlet atau cooling pad.

#### 4. Pendingin (Cooling Pad)



Gambar 3.4 colling pad

Cooling pad adalah salah satu komponen utama dalam sistem ventilasi dan pendinginan kandang ayam modern, khususnya tipe *closed house*. Cooling pad merupakan media berbentuk lembaran bergelombang yang terbuat dari bahan serat selulosa atau kertas khusus yang dirancang agar memiliki daya serap air tinggi dan tahan terhadap pembusukan.

Fungsinya adalah untuk menurunkan suhu udara yang masuk ke dalam kandang melalui proses **pendinginan evaporatif (evaporative cooling)**, yaitu proses alami di mana udara panas dari luar kandang dilewatkan melalui cooling pad yang basah, sehingga terjadi penguapan air yang menyerap panas dan menghasilkan udara dingin dan lembap ke dalam kandang.

Sistem cooling pad bekerja berdasarkan **prinsip termodinamika evaporasi**, di mana panas dari udara digunakan untuk mengubah air pada permukaan cooling pad menjadi uap air. Proses ini menyerap energi panas dari udara sehingga suhu udara turun sebelum masuk ke dalam kandang.

## 5. Pemanas (Heater)



Gambar 3.5 heater

Heater adalah alat pemanas yang digunakan untuk menjaga suhu kandang ayam tetap hangat, terutama pada fase awal pemeliharaan (fase brooding) atau saat suhu lingkungan di bawah kebutuhan termal ayam. Dalam sistem kandang ayam modern, heater berperan penting dalam menciptakan iklim mikro yang ideal bagi pertumbuhan dan kenyamanan ayam, khususnya anak ayam (day-old chick) yang belum mampu mengatur suhu tubuhnya secara optimal. Heater modern biasanya bekerja secara otomatis berdasarkan sensor suhu, dan dapat menggunakan berbagai sumber energi, seperti listrik, gas LPG, minyak tanah, atau biomassa. Penggunaan

heater yang tepat dan efisien berkontribusi besar dalam menekan angka kematian (mortalitas) dan mempercepat pertumbuhan ayam.

## 6. Sistem Pakan Minum Otomatis



Gambar 3.6 sistem pakan minum otomatis

Sistem pakan dan minum otomatis adalah sistem yang dirancang untuk mendistribusikan pakan dan air secara teratur, merata, dan efisien kepada ayam tanpa intervensi manual secara terus-menerus. Sistem ini menjadi bagian penting dalam kandang ayam modern, terutama tipe *closed house*, karena mendukung efisiensi tenaga kerja, kestabilan pemberian nutrisi, dan menjaga kebersihan kandang. Dengan sistem otomatis, pakan dan air dapat tersedia dalam jumlah yang tepat sesuai kebutuhan ayam berdasarkan umur, jumlah populasi, dan waktu pemberian. Ini sangat membantu dalam meningkatkan performa pertumbuhan ayam broiler maupun produktivitas ayam petelur (layer).

Sistem pakan otomatis terdiri dari beberapa komponen utama:

1. Silo Pakan: Tempat penyimpanan pakan dalam jumlah besar (biasanya berbentuk tabung logam di luar kandang). Pakan dari silo dialirkan ke dalam kandang melalui screw conveyor atau auger.
2. Feeding Line (Garis Pakan): Saluran utama berupa pipa panjang yang dilengkapi wadah pakan (feed pan) otomatis. Pan akan turun saat berat pakan berkurang.
3. Auger Motor: Motor penggerak ulir (screw) yang mengalirkan pakan dari silo ke seluruh garis pakan. Sistem ini dikontrol otomatis oleh sensor level.
4. Feed Sensor: Sensor yang mendeteksi ketersediaan pakan di ujung garis pakan, dan mengaktifkan auger bila pakan habis.
5. Kontrol Otomatis: Timer atau panel kontrol yang mengatur waktu pemberian pakan sesuai program harian atau mingguan.

Sistem minum otomatis juga dirancang agar ayam mendapatkan air bersih setiap saat tanpa genangan atau pemborosan air. Komponennya meliputi:

- a) Tandon Air: Tempat penampungan air bersih yang akan dialirkan ke seluruh kandang.
- b) Nipple Drinker: Katup minum otomatis berbentuk nipple (seperti pentil) yang akan mengeluarkan air saat disentuh oleh paruh ayam. Sangat higienis karena mencegah genangan dan pencemaran.
- c) Pipa Distribusi: Pipa horizontal yang dilengkapi nipple drinker dan digantung sejajar dengan garis pakan.

- d) Regulator Tekanan: Mengatur tekanan air agar tidak terlalu kuat atau terlalu lemah.
- e) Filter Air: Menyaring air dari kotoran atau endapan agar sistem tidak tersumbat.

#### 7. Sistem Pengaman Dan Cadangan (Genset)



Gambar 3.7 genset

Genset (generator set) adalah perangkat pembangkit listrik mandiri yang berfungsi untuk menyuplai energi listrik ketika sumber utama (PLN) tidak tersedia atau mengalami gangguan. Dalam konteks kandang ayam modern, khususnya sistem *closed house* yang sangat bergantung pada kelistrikan untuk mengoperasikan kipas, blower, pemanas, lampu, pompa air, dan sistem kontrol otomatis, genset menjadi komponen vital untuk menjamin keberlanjutan operasional kandang tanpa henti. Keberadaan genset dalam kandang modern berfungsi sebagai sumber daya

cadangan (backup power system) agar aktivitas penting dalam kandang tetap berjalan, seperti ventilasi untuk mencegah heat stress, serta pencahayaan dan pemberian pakan yang tidak boleh terganggu. Genset biasanya dihubungkan ke panel ATS (Automatic Transfer Switch) agar dapat menyala secara otomatis saat listrik PLN padam, dan mati kembali saat listrik utama kembali normal.

#### 8. Penurun Tirai Otomatis



Gambar 3.8 sistem penurun tirai otomatis

Penurun tirai otomatis adalah sistem mekanis yang dirancang untuk membuka atau menutup tirai pada dinding kandang ayam secara otomatis, berdasarkan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, kecepatan angin, atau waktu tertentu. Sistem ini merupakan bagian dari teknologi *environmental control system* dalam kandang ayam modern, khususnya pada kandang semi-tertutup atau kandang yang masih mengandalkan ventilasi alami sebagian.

Fungsi utama tirai otomatis adalah mengatur pertukaran udara dan pencahayaan alami secara efisien, serta melindungi ayam dari cuaca ekstrem, seperti angin

kencang, hujan, dan sinar matahari berlebihan. Dengan penggunaan aktuator listrik, motor, dan sensor lingkungan, tirai dapat dinaikkan atau diturunkan secara otomatis tanpa perlu intervensi manual, sehingga memberikan kenyamanan termal dan kestabilan lingkungan di dalam kandang.

#### **2.4 Estimasi Beban Dan Perencanaan Sistem**

Kandang ayam modern merupakan sistem peternakan yang dirancang dengan teknologi otomasi dan pengendalian lingkungan yang canggih, guna meningkatkan produktivitas, efisiensi, serta kesejahteraan ayam. Kandang ini biasanya tertutup (*closed house system*) dan mengandalkan perangkat-perangkat listrik untuk mendukung semua fungsi operasional seperti ventilasi, pencahayaan, pemanas, sistem pendingin, pemberian pakan dan minum otomatis, serta pengendalian suhu dan kelembapan berbasis sensor. Oleh karena itu, estimasi beban listrik serta perencanaan sistem kelistrikan yang akurat dan andal menjadi aspek vital dalam desain kandang ayam modern. Kesalahan dalam estimasi beban dapat menyebabkan kegagalan suplai daya, overheating kabel, trip pada sistem MCB, bahkan kerusakan peralatan. Sebaliknya, perencanaan yang terlalu berlebihan (*oversizing*) dapat menyebabkan pemborosan biaya investasi dan operasional. Maka, dibutuhkan pendekatan teknis yang presisi dalam mengidentifikasi kebutuhan energi dan merancang sistem distribusi daya yang aman, efisien, dan sesuai standar.

Dalam perencanaan kelistrikan, perhitungan **daya total (kW)** dan **arus listrik (A)** sangat penting. Rumus dasar yang digunakan adalah:

$$P = V \times I \times \cos(\phi)$$

di mana:

P = daya (watt)

V = tegangan (volt)

I = arus (ampere)

$\cos(\phi)$  = faktor daya

Setiap komponen seperti lampu, blower, dan pemanas memiliki daya tersendiri.

Desain kelistrikan harus mempertimbangkan **beban maksimum** dan menyediakan **margin cadangan** minimal 25% dari total daya.

Perencanaan sistem kelistrikan dimulai dengan menghitung total beban listrik berdasarkan peralatan yang akan digunakan. Karena kandang yang dianalisis **belum berproduksi**, maka estimasi beban dilakukan berdasarkan dokumen perencanaan teknis dan spesifikasi dari vendor.

Contoh estimasi kebutuhan daya pada kandang broiler modern:

- a) Lampu LED: 60 unit  $\times$  20 W = 1.200 W
- b) Kipas ventilasi: 10 unit  $\times$  300 W = 3.000 W
- c) Pemanas: 5 unit  $\times$  500 W = 2.500 W
- d) Cooling pad: 2 unit  $\times$  750 W = 1.500 W
- e) Sistem pakan & minum otomatis: 3 unit  $\times$  400 W = 1.200 W

**Total estimasi daya =  $\pm$ 9.400 W (9,4 kW)**

Untuk menjaga keandalan, sistem dirancang dengan kapasitas cadangan minimal 25%. Maka kapasitas sumber daya yang disarankan minimal  $\pm 12$  kW. Perhitungan ini juga menjadi dasar untuk menentukan kapasitas kabel, panel distribusi, dan daya genset cadangan.

## **2.5 Keandalan Dan Efisiensi Energi**

Keandalan merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan sistem kelistrikan kandang. Gangguan listrik seperti pemadaman mendadak dapat berdampak besar terhadap kondisi ayam dan sistem kandang. Oleh karena itu, dibutuhkan genset atau sistem UPS yang dapat memberikan daya cadangan secara otomatis saat terjadi gangguan dari PLN. Sementara itu, efisiensi energi juga sangat ditekankan untuk mengurangi biaya operasional. Hal ini dapat dicapai dengan penggunaan peralatan berdaya rendah seperti LED, penggunaan motor dengan efisiensi tinggi, serta penerapan sistem otomasi berbasis sensor. Sistem otomatis ini dapat mengatur kapan kipas hidup/mati, mengatur suhu ruangan berdasarkan usia ayam, dan mengoptimalkan kerja peralatan sesuai kebutuhan. Penggunaan pengatur waktu (timer) **dan** sistem kontrol berbasis mikrokontroler atau PLC (programmable logic controller) juga dapat menekan konsumsi energi dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

## **2.6 Studi Terdahulu**

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait sistem kelistrikan pada kandang ayam broiler, antara lain:

1. **Prasetyo (2020):** Menunjukkan bahwa penerapan sistem otomasi listrik pada kandang broiler mampu menurunkan konsumsi energi sebesar 20–25%.

2. **Lestari (2021):** Menekankan pentingnya sistem cadangan daya (genset) dalam menjaga stabilitas operasional kandang di daerah dengan gangguan listrik tinggi.
3. **Wijaya (2022):** Menyimpulkan bahwa kestabilan suhu dan kelembapan yang diatur melalui sistem kelistrikan memengaruhi tingkat konversi pakan dan pertumbuhan ayam broiler.
4. **Ramdhan (2019):** Menganalisis perbandingan konsumsi energi antara kandang tradisional dan kandang modern, menunjukkan efisiensi yang lebih baik pada kandang otomatis.

Penelitian ini melengkapi studi-studi terdahulu dengan fokus pada **analisis sistem kelistrikan kandang yang belum berproduksi**, sehingga dapat menjadi dasar evaluasi dan pengambilan keputusan sebelum operasional dimulai.

## **2.7 Kerangka Teori**

Penelitian ini mengacu pada beberapa teori dan konsep utama berikut:

1. **Teori Sistem Tenaga Listrik** (Suharto, 2018)

Menurut Suharto (2018), sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem terpadu yang terdiri dari proses pembangkitan, transmisi, dan distribusi energi listrik, yang bertujuan untuk menyediakan energi listrik kepada konsumen secara andal, efisien, dan ekonomis. Sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat dan industri dengan mempertimbangkan aspek teknis, keselamatan, serta kontinuitas pasokan energi. Energi listrik pertama kali dibangkitkan melalui pembangkit listrik, yang dapat menggunakan berbagai

sumber energi seperti bahan bakar fosil (batubara, minyak, gas), air (PLTA), uap (PLTU), diesel (PLTD), maupun sumber energi baru dan terbarukan seperti tenaga surya (PLTS) dan angin. Energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit ini kemudian dialirkan melalui jaringan transmisi bertegangan tinggi agar dapat menjangkau wilayah yang jauh dengan rugi-rugi daya seminimal mungkin. Selanjutnya, energi listrik yang telah ditransmisikan akan masuk ke sistem distribusi. Pada tahap ini, tegangan listrik diturunkan melalui gardu induk dan transformator distribusi, kemudian disalurkan ke pelanggan dalam bentuk tegangan menengah hingga rendah, sesuai dengan kebutuhan beban konsumen. Sistem distribusi mencakup jaringan primer dan sekunder yang bertanggung jawab menyampaikan energi listrik sampai ke titik penggunaan akhir. Sistem tenaga listrik memiliki karakteristik kompleks dan saling bergantung antara satu komponen dengan komponen lainnya. Karena listrik tidak dapat disimpan dalam jumlah besar secara langsung, maka sistem harus mampu beroperasi secara real time dan menyesuaikan dengan fluktuasi beban setiap waktu. Oleh karena itu, keandalan sistem, efisiensi dalam transmisi dan distribusi, serta kestabilan tegangan dan frekuensi menjadi faktor penting yang harus dijaga. Sistem ini juga harus mampu bertahan terhadap gangguan dan tetap beroperasi dengan aman serta tidak membahayakan pengguna maupun lingkungan. Dengan demikian, sistem tenaga listrik menjadi bagian vital dalam pembangunan dan kehidupan masyarakat modern.

## 2. **Teori Otomatisasi dan Kontrol** (Widodo, 2019)

Menurut Widodo (2019), otomatisasi dan kontrol merupakan dua konsep yang

saling berkaitan erat dan sangat penting dalam pengembangan teknologi modern. Otomatisasi merujuk pada penerapan sistem yang mampu bekerja secara otomatis, dengan atau tanpa intervensi manusia, untuk menjalankan suatu proses atau tugas tertentu. Sementara itu, sistem kontrol bertugas mengatur dan menjaga proses agar berjalan sesuai dengan parameter atau nilai referensi yang telah ditentukan. Keduanya menjadi tulang punggung dalam berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, energi, transportasi, pertanian, hingga peternakan modern. Penerapan otomatisasi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, konsistensi, dan kualitas hasil kerja, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia dalam proses yang bersifat repetitif, berisiko tinggi, atau membutuhkan presisi tinggi. Melalui penggunaan perangkat-perangkat seperti sensor, aktuator, kontroler logika terprogram (PLC), serta sistem Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), sistem otomatisasi dapat merespons kondisi lingkungan atau proses secara real-time, kemudian mengambil tindakan atau memberi perintah secara cepat dan akurat. Widodo (2019) menekankan bahwa otomatisasi bukan hanya tentang mengganti manusia dengan mesin, melainkan tentang menciptakan sistem yang mampu bekerja secara cerdas dan adaptif. Dalam hal ini, peran sistem kontrol sangat penting. Kontrol dapat bersifat terbuka (open loop) maupun tertutup (closed loop), tergantung pada kebutuhan dan kompleksitas proses. Pada sistem kontrol tertutup, sensor digunakan untuk mengukur output, yang kemudian dibandingkan dengan nilai referensi. Hasil perbandingan ini digunakan sebagai umpan balik untuk menyesuaikan sistem secara otomatis,

sehingga kesalahan dapat diminimalkan. Salah satu contoh penerapan otomatisasi dan kontrol adalah pada sistem produksi industri, di mana sensor digunakan untuk mendeteksi posisi benda kerja, kemudian PLC memproses informasi tersebut dan mengatur gerakan aktuator agar proses produksi berjalan lancar. Di bidang peternakan modern, seperti kandang ayam otomatis, sistem kontrol digunakan untuk mengatur suhu, kelembaban, pencahayaan, dan pemberian pakan secara otomatis berdasarkan parameter yang telah diprogram. Ini menunjukkan bahwa otomatisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga menjaga kestabilan lingkungan dan kualitas hasil produksi. Penggunaan sistem kontrol juga berkaitan erat dengan keamanan dan keselamatan. Dengan kontrol otomatis, sistem dapat mendeteksi kondisi abnormal atau bahaya seperti kelebihan suhu, tekanan, atau arus listrik, kemudian secara otomatis mematikan sistem atau memberikan peringatan dini kepada operator. Hal ini mengurangi risiko kerusakan peralatan, kecelakaan kerja, dan kerugian operasional. Widodo juga menjelaskan bahwa perkembangan teknologi informasi dan komunikasi turut mendorong kemajuan dalam sistem otomatisasi dan kontrol. Integrasi antara perangkat keras (hardware) seperti sensor dan aktuator dengan perangkat lunak (software) seperti sistem kontrol digital memungkinkan monitoring dan pengendalian proses dari jarak jauh melalui jaringan internet atau sistem berbasis cloud. Hal ini sejalan dengan perkembangan Industri 4.0, di mana semua perangkat dan sistem saling terhubung dan dapat bertukar data secara otomatis untuk pengambilan keputusan yang lebih cepat dan cerdas. Dengan demikian,

otomatisasi dan kontrol merupakan elemen fundamental dalam transformasi sistem kerja tradisional menjadi sistem kerja yang cerdas dan efisien. Penerapan konsep ini tidak hanya memberikan keuntungan ekonomi, tetapi juga mendukung keberlanjutan, efisiensi energi, dan pengurangan dampak lingkungan. Dalam jangka panjang, otomatisasi dan kontrol akan terus berkembang, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem yang cepat, akurat, dan adaptif dalam berbagai bidang kehidupan.

### 3. **Teori Manajemen Energi** (Harahap dkk, 2025)

Menurut Raja Harahap dkk. (2025), manajemen energi adalah proses sistematis untuk mengendalikan dan mengoptimalkan pemakaian energi dalam suatu sistem agar mencapai efisiensi maksimum tanpa mengurangi kinerja operasional. Tujuan utama dari manajemen energi adalah untuk mengurangi konsumsi energi, menurunkan biaya operasional, serta mendukung keberlanjutan lingkungan dengan meminimalkan emisi karbon dan limbah energi. Manajemen energi tidak hanya berkaitan dengan penggunaan teknologi efisiensi tinggi, tetapi juga mencakup perencanaan, pengawasan, dan evaluasi yang berkelanjutan terhadap pola konsumsi energi. Kegiatan ini melibatkan audit energi, identifikasi peluang penghematan, penerapan peralatan hemat energi, serta perubahan perilaku pengguna terhadap pola konsumsi listrik.

tahapan utama dalam manajemen energi terdiri dari:

Pengukuran dan Pencatatan: Pengumpulan data konsumsi energi secara real-time atau berkala sebagai dasar analisis

- a) **Evaluasi Kinerja Energi:** Menilai sistem atau peralatan yang mengonsumsi energi paling besar dan menentukan efisiensi aktualnya.
- b) **Identifikasi Peluang Penghematan:** Menentukan tindakan korektif, seperti perbaikan sistem, penggantian alat, atau perbaikan perilaku operasional.
- c) **Implementasi Strategi:** Menerapkan langkah-langkah penghematan seperti penggunaan alat hemat energi, sistem otomatisasi, atau integrasi energi terbarukan.
- d) **Monitoring dan Tinjauan Berkala:** Mengevaluasi hasil dari strategi yang diterapkan dan melakukan penyempurnaan berkelanjutan (continuous improvement).

Dalam sektor industri, manajemen energi berfokus pada efisiensi peralatan produksi, seperti motor listrik, sistem pemanas, kompresor, dan pencahayaan pabrik. Strategi seperti penggunaan Variable Speed Drive (VSD), heat recovery, dan sistem monitoring berbasis IoT menjadi solusi utama untuk menurunkan beban energi tanpa mengganggu produktivitas. Pada sektor bangunan dan perkantoran, penghematan energi dapat dicapai melalui sistem pencahayaan otomatis, pemanfaatan cahaya alami, pengaturan suhu ruangan secara efisien, serta desain arsitektur bangunan yang ramah energi. Audit energi rutin juga disarankan untuk mengetahui titik-titik boros energi dan melakukan perbaikan yang diperlukan.

Sementara itu, untuk sektor rumah tangga, kesadaran individu sangat berperan. Pemanfaatan alat-alat rumah tangga yang hemat energi, perilaku mematikan alat listrik saat tidak digunakan, serta penggunaan panel surya untuk beban ringan

seperti penerangan menjadi langkah praktis yang dapat diterapkan oleh masyarakat umum. pentingnya integrasi sumber energi terbarukan, terutama tenaga surya dan biomassa, dalam strategi manajemen energi jangka panjang. Penerapan sistem panel surya (solar PV) baik off-grid maupun on-grid sangat membantu dalam menurunkan beban listrik dari PLN dan mengurangi biaya energi bulanan. Selain itu, perkembangan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT) dan smart grid dinilai sangat mendukung sistem manajemen energi modern. Melalui sensor, kontrol otomatis, dan platform monitoring digital, pengguna dapat melacak konsumsi energi secara real-time dan melakukan pengendalian jarak jauh terhadap peralatan-peralatan penting. Hal ini meningkatkan responsivitas terhadap beban puncak serta efisiensi secara keseluruhan. Secara teoritis, manajemen energi merupakan bagian penting dalam sistem kelistrikan modern yang bertujuan untuk mencapai efisiensi, penghematan, dan keberlanjutan. Dengan memahami prinsip-prinsip dasar dan langkah-langkah implementasi, pelaksanaan manajemen energi dapat diterapkan secara menyeluruh di berbagai sektor, mulai dari industri, komersial, hingga rumah tangga. Landasan ini menjadi penting sebagai acuan dalam analisis dan perancangan sistem energi yang lebih efisien dalam penelitian atau proyek akhir di bidang teknik elektro maupun energi terbarukan.