

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Dalam melakukan perancangan penerapan sistem rancang bangun otomatisasi *blowdown cooling tower* ini, peneliti mempunyai beberapa teori penunjang yang mendukung pelaksanaan penelitian ini, diantaranya adalah :

1. Sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC)

Sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) merupakan sistem rekayasa yang berfungsi mengatur kondisi udara dalam ruangan melalui pengendalian temperatur, kelembapan, kualitas udara, dan sirkulasi udara guna menciptakan kenyamanan termal sesuai standar bangunan publik. Pada bangunan berskala besar seperti terminal bandar udara, sistem HVAC menjadi salah satu komponen utama yang berkontribusi terhadap konsumsi energi sehingga pengelolaannya perlu memperhatikan aspek efisiensi dan keberlanjutan operasional (Xia dkk., 2022).

Komponen utama sistem HVAC meliputi *chiller*, *Air Handling Unit* (AHU), *cooling tower*, dan sistem *ducting*. *Chiller* berfungsi menghasilkan air dingin melalui proses perpindahan panas menggunakan refrigeran, sedangkan AHU berperan dalam proses penyaringan, pendinginan, dan distribusi udara ke dalam ruangan (Chandra & Wijayanti, 2025). Sementara itu, *cooling tower* berfungsi sebagai media pelepasan panas dari air kondensor sehingga proses pendinginan dapat berlangsung secara berkelanjutan dan efisien (Soewono dkk., 2022).

2. Pemeliharaan Preventif pada Bandara

Cooling tower merupakan komponen penting pada sistem *water-cooled chiller* yang berfungsi membuang panas melalui proses evaporasi air. Selama proses operasional, penguapan air dapat meningkatkan konsentrasi mineral terlarut yang berpotensi menyebabkan *scaling*, *fouling*, dan korosi

pada komponen sistem sehingga menurunkan efisiensi perpindahan panas dan meningkatkan konsumsi energi. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan *preventive maintenance* secara terencana untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal (Nurrahman dkk., 2024). Di Bandara Internasional Juanda dilakukan kegiatan pemeliharaan preventif oleh teknisi HVAC yang dilakukan satu kali sehari yaitu pada pukul 08.00 WIB. Durasi waktu inspeksi yang dilakukan dengan waktu kurang lebih dua jam menyesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan.

3. *Cooling Tower*



Gambar II. 1 *Cooling Tower*

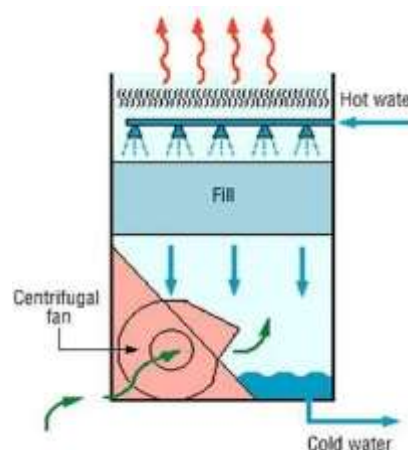
(Sumber : *Cooling Tower* Terminal 1B Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya)

Cooling tower merupakan komponen pendukung sistem pendingin yang berfungsi melepaskan panas dari air pendingin ke lingkungan melalui proses perpindahan panas secara evaporatif akibat perbedaan temperatur antara air dan udara sekitar (Hericson Purba & Syaputri, 2025). Selama proses tersebut, sebagian air mengalami penguapan sehingga diperlukan penambahan *make-up water* untuk menjaga kestabilan volume dan kontinuitas sirkulasi air pendingin (Cai dkk., 2025). Dalam sistem pengkondisian udara terpusat tipe *water-cooled chiller*, *cooling tower* berperan menurunkan temperatur air kondensor sebelum disirkulasikan

kembali ke sistem melalui bantuan pompa sirkulasi, umumnya menggunakan pompa sentrifugal yang mampu mengalirkan fluida dengan debit besar dan tekanan stabil (Ramadan & Sucita, 2025). Proses pendinginan dilakukan dengan cara menyemprotkan air ke dalam menara melalui *sprinkler* atau *nozzle* dan melewatkannya pada media pengisi (*filler*), sehingga air terbagi menjadi butiran-butiran kecil (Ghinaul Qalbi dkk., 2024). Kinerja *cooling tower* sangat dipengaruhi oleh komponen utama seperti kipas, pompa, sistem distribusi air, dan media pengisi, sehingga ketidakaturan pada salah satu komponen dapat menurunkan efisiensi sistem pendinginan secara keseluruhan (Komang Gede Sastrawan dkk., 2020). *Cooling tower* memiliki jenis yang berbeda - beda, jenis – jenis cooling tower tersebut antara lain :

a. *Cooling Tower Forced Draft*

Cooling tower forced draft merupakan jenis menara pendingin yang menggunakan kipas untuk mendorong udara dari luar ke dalam menara melalui bagian inlet. Udara tersebut kemudian dialirkan melewati media pengisi (*filler*) yang dialiri air panas sebelum akhirnya dilepaskan ke lingkungan. Posisi kipas yang terletak pada sisi masuk udara menyebabkan aliran udara dapat dikontrol secara langsung sejak awal proses pendinginan (J dkk., 2024).

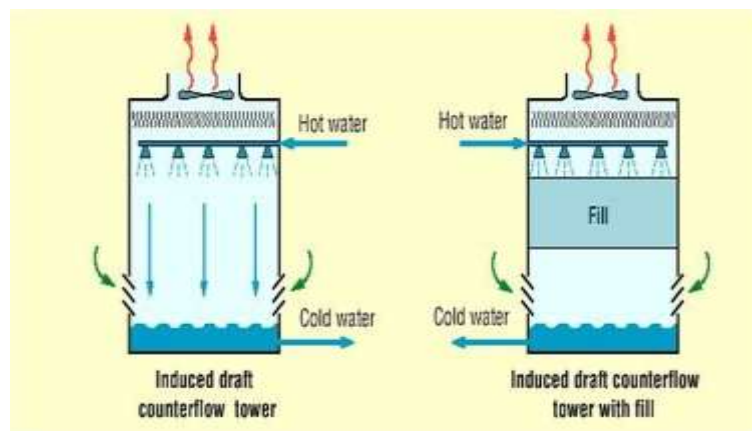


Gambar II. 2 *Cooling tower forced draft*

(Sumber : R. S. Putra, 2015)

b. *Cooling Tower Aliran Melintang Induced Draft*

Cooling tower induced draft dengan aliran melintang memiliki karakteristik aliran udara yang bergerak secara horizontal melintasi aliran air yang jatuh secara vertikal. Udara masuk melalui sisi menara dan ditarik oleh kipas yang terletak di bagian atas, kemudian dilepaskan ke udara bebas. Air panas dialirkan ke bagian atas menara dan melewati media pengisi sebelum akhirnya terkumpul di bak penampung (Melkias, 2021).

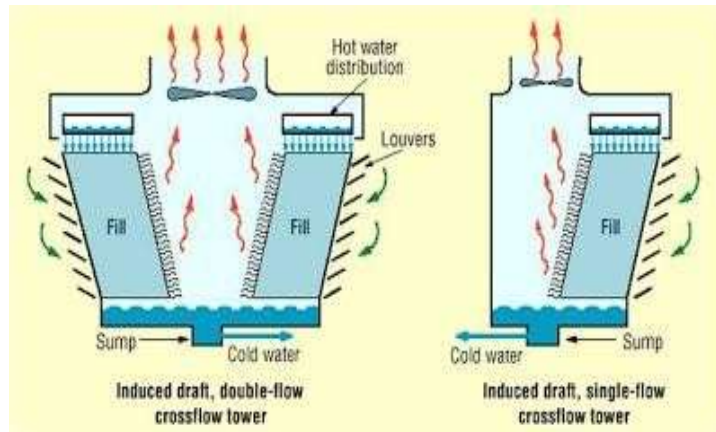


Gambar II. 3 *Cooling Tower Aliran Melintang Induced Draft*

(Sumber : R. S. Putra, 2015)

c. *Cooling Tower Induces Draft Aliran Berlawanan (Counterflow)*

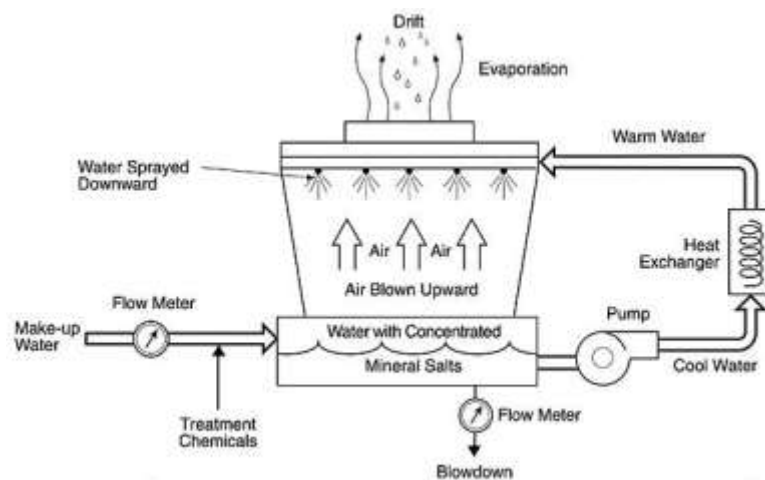
Cooling tower tipe induced draft dengan aliran berlawanan (*counterflow*) merupakan konfigurasi di mana aliran udara bergerak berlawanan arah dengan aliran air. Air panas masuk melalui bagian atas menara dan mengalir ke bawah, sedangkan udara masuk dari bagian bawah dan ditarik ke atas oleh kipas yang terpasang di puncak menara. Pola aliran berlawanan ini menghasilkan perbedaan temperatur yang lebih besar antara udara dan air sepanjang lintasan aliran (Homadi dkk., 2025).



Gambar II. 4 *Cooling Tower Induces Draft Aliran Berlawanan (Counterflow)*

(Sumber : R. S. Putra, 2015)

4. *Blowdown*



Gambar II. 5 *Blowdown*

(Sumber : <https://www.yamathosupply.com/blogs/news/81520068-cooling-conductivity-control-basics>)

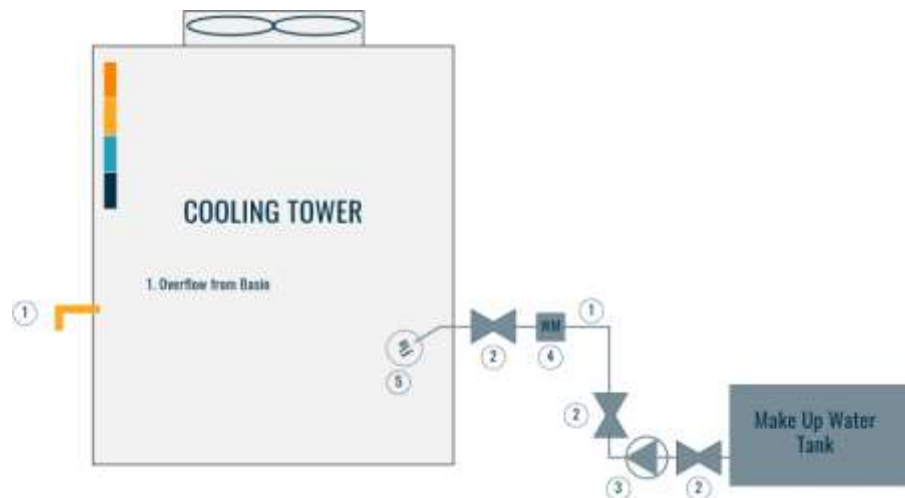
Proses *blowdown* pada *cooling tower* merupakan kegiatan pembuangan sebagian air sirkulasi secara terkontrol untuk menjaga kualitas air pendingin agar tetap sesuai dengan standar operasional sistem. Selama proses pendinginan evaporatif, air mengalami penguapan sehingga konsentrasi zat terlarut seperti mineral dan partikel padat meningkat. Apabila kondisi ini tidak dikendalikan, maka dapat menyebabkan

terbentuknya kerak, korosi pada komponen sistem, serta penurunan efisiensi perpindahan panas (Salsabila dkk., 2025).

Pelaksanaan *blowdown* dilakukan dengan mengganti sebagian air sirkulasi dengan air baru guna menurunkan kadar zat terlarut. Penentuan waktu pelaksanaan *blowdown* umumnya didasarkan pada parameter kualitas air seperti nilai *Total Dissolved Solids* (TDS), pH, konduktivitas, kesadahan, dan tingkat kekeruhan, karena parameter tersebut berpengaruh langsung terhadap kinerja *cooling tower* (Sambeyano, 2025).

Selain menjaga kualitas air, *blowdown* juga berfungsi mengendalikan nilai *cycle of concentration* agar tidak terjadi peningkatan kandungan mineral secara berlebihan yang dapat memicu pembentukan endapan pada komponen sistem. Oleh karena itu, pengaturan *volume blowdown* perlu disesuaikan dengan kondisi aktual air sirkulasi serta kualitas *make-up water* yang digunakan (Nisa dkk., 2023).

5. *Make-Up Water*



Gambar II. 6 *Make-Up Water*

(Sumber : <https://constructandcommission.com/makeup-blow-down-cycles-of-concentration/>)

Make-up water merupakan komponen penting dalam sistem operasi *cooling tower* yang berfungsi menggantikan kehilangan air selama proses pendinginan akibat evaporasi, *drift loss*, dan *blowdown*. Evaporasi terjadi karena perubahan fase air menjadi uap saat proses pelepasan panas, *drift loss* terjadi akibat terbawanya tetesan air oleh aliran udara, sedangkan *blowdown* merupakan pembuangan sebagian air sirkulasi secara terkontrol untuk menjaga konsentrasi mineral tetap dalam batas operasional (Reza Nur Fakhriy dkk., 2024).

Secara operasional, *make-up water* berperan menjaga keseimbangan *volume* dan kualitas air sirkulasi agar sistem pendinginan tetap bekerja optimal. Pengendalian parameter kualitas air seperti *Total Dissolved Solids* (TDS) dan kandungan mineral diperlukan untuk mencegah terjadinya *scaling*, korosi, dan *fouling* yang dapat menurunkan efisiensi kinerja *cooling tower* (J dkk., 2024).

6. *Electrical Conductivity*

Konduktivitas listrik (*electrical conductivity*) merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kualitas air sirkulasi pada sistem *cooling tower*. Nilai konduktivitas menunjukkan jumlah ion terlarut seperti kalsium, magnesium, dan klorida yang memengaruhi kemampuan air menghantarkan listrik. Peningkatan konduktivitas umumnya terjadi akibat proses penguapan berulang yang menyebabkan akumulasi mineral terlarut sehingga berpotensi menimbulkan *scaling*, korosi, serta penurunan efisiensi perpindahan panas pada sistem pendingin (Chasanah, 2025).

Dalam praktik operasional, pengendalian nilai konduktivitas dilakukan melalui sistem monitoring untuk menjaga kualitas air tetap berada pada batas yang direkomendasikan. Secara umum, rentang 200–400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ masih dianggap dapat diterima pada beberapa sistem industri (Chen dkk., 2024). Namun demikian, penerapan standar konduktivitas dapat berbeda pada tiap fasilitas sesuai karakteristik sumber air baku dan kebijakan pengelolaan kualitas air setempat.

Pada unit *cooling tower* yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, pengujian kualitas air dilakukan melalui analisis laboratorium eksternal oleh PT. Puji Lestari Pertama. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, air dengan nilai konduktivitas di bawah 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ masih berada dalam kondisi aman, rentang 150–200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ termasuk kategori waspada, sedangkan nilai ≥ 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ memerlukan tindakan *blowdown* untuk menjaga kestabilan kualitas air sirkulasi. Oleh karena itu, pemantauan konduktivitas secara berkala menjadi bagian penting dalam menjaga keandalan sistem pendingin dan efisiensi operasional HVAC pada gedung terminal bandar udara.

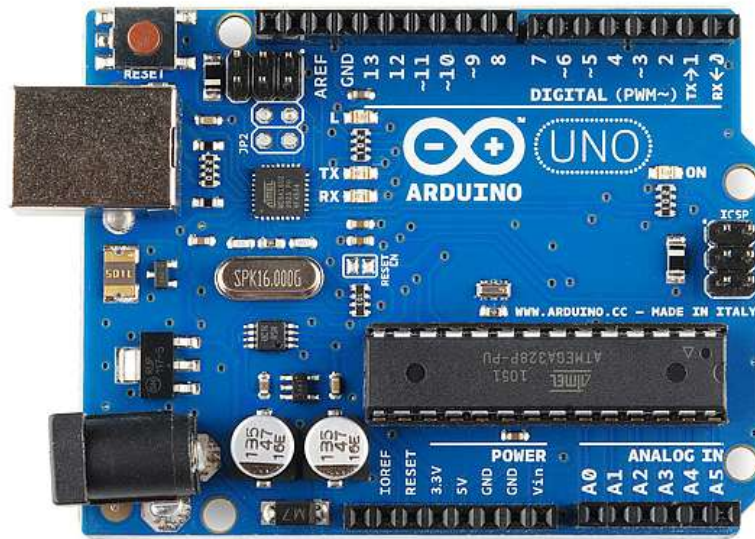
7. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan perangkat fisik yang dilengkapi sensor, aktuator, dan sistem komunikasi saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Teknologi IoT mendukung integrasi perangkat keras, jaringan komunikasi, dan sistem pengolahan data sehingga memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian sistem dilakukan secara *real-time* dan berkelanjutan. Dalam penerapannya, IoT berperan sebagai salah satu fondasi utama pengembangan sistem otomasi modern karena mampu meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta responsivitas sistem terhadap perubahan kondisi operasional di berbagai bidang teknologi (Ayu Syahfitri, 2025). Komponen – komponen IoT yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. *Hardware*

Pada bagian perangkat keras dalam perancangan ini, peneliti menggunakan beberapa *hardware* sebagai berikut :

1) Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar II. 7 Mikrokontroler Ardino Uno

(Sumber : <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>)

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang banyak dimanfaatkan pada sistem kendali dan otomasi karena memiliki kemampuan untuk menerima data dari sensor, mengolah informasi sesuai program yang ditanamkan, serta mengendalikan perangkat keluaran seperti *relay*, motor, dan aktuator lainnya. Selain mudah diprogram menggunakan Arduino IDE, Arduino Uno juga mendukung integrasi dengan berbagai sensor dan modul sehingga banyak diterapkan pada sistem *monitoring* dan pengendalian berbasis mikrokontroler (Mahfudh dkk., 2021).

2) Sensor *Conductivity Total Dissolved Solids* (TDS)

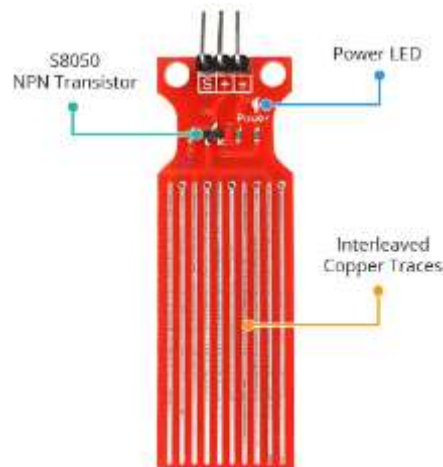


Gambar II. 8 Sensor *Conductivity* (TDS)

(Sumber : <https://shopee.co.id/TDS-Conductivity-Quality-Meter-Sensor-V1.0-Module-IOT-Arduino-i.1540368187.52301792535>)

Sensor *Conductivity* (TDS) merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur kemampuan air dalam menghantarkan arus listrik yang berkaitan langsung dengan jumlah ion atau zat terlarut di dalamnya. Peningkatan nilai konduktivitas menunjukkan meningkatnya konsentrasi *Total Dissolved Solids* (TDS) yang dapat menjadi indikator penurunan kualitas air, khususnya pada sistem *cooling tower*. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan dua elektroda untuk mendeteksi perubahan arus listrik dalam air sehingga nilai konduktivitas dapat dipantau secara *real-time*. Nilai konduktivitas yang tinggi berpotensi menyebabkan terjadinya *scaling* dan korosi, sehingga diperlukan pengendalian kualitas air melalui proses *blowdown* agar kinerja sistem pendingin tetap optimal (Barral Vales dkk., 2022).

3) *Sensor Water Level*



Gambar II. 9 *Sensor Water Level*

(Sumber : <https://lastminuteengineers.com/water-level-sensor-arduino-tutorial/>)

Sensor Water Level sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian permukaan air pada tangki atau sistem sirkulasi, termasuk pada *cooling tower*. Pemantauan level air diperlukan untuk menjaga kestabilan *volume* air agar sistem tetap beroperasi secara optimal dan mencegah gangguan pada pompa maupun proses pendinginan. Sensor ini umumnya bekerja menggunakan prinsip ultrasonik, kapasitif, atau tekanan untuk memberikan informasi posisi muka air secara kontinu terhadap titik referensi tertentu (Hasanah & Hafni, 2025).

4) *Relay*



Gambar II. 10 *Relay*

(Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id/2024/02/mengenal-modul-relay-arduino-cara-kerja-dan-aplikasi-praktis.html>)

Relay merupakan saklar elektromekanis yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk mengendalikan beban dengan tegangan dan arus lebih tinggi menggunakan sinyal kendali bertegangan rendah dari mikrokontroler. Komponen ini berfungsi sebagai penghubung antara sistem kendali dan perangkat beban seperti pompa atau *solenoid valve*, sehingga memungkinkan pengoperasian perangkat berdaya lebih besar secara aman dan terkontrol dalam sistem otomatisasi (Abduh Andrian Syach, 2025).

b. Software

Dalam melakukan perancangan ini, selain *hardware* diatas peneliti juga menggunakan *software* berikut untuk mendukung perancangan sistem otomatisasi *blowdown cooling tower* ini :

1) Python

Dalam penelitian ini, perangkat lunak *Python* digunakan sebagai media pendukung dalam proses pengolahan data hasil pembacaan sensor serta analisis performa sistem otomatisasi *blowdown cooling tower* yang dikembangkan. Penggunaan *Python* berfungsi untuk membantu proses interpretasi data pengujian rencang bangun sistem secara sistematis sehingga mempermudah evaluasi terhadap kinerja sistem *monitoring* yang dirancang. Selain itu, pemanfaatan *software* pada sistem *monitoring* berbasis mikrokontroler merupakan bagian penting dalam mendukung proses integrasi data sensor dengan sistem pengendalian otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) (Suresh & G, 2025).

8. *Water Solenoid Valve*



Gambar II. 11 *Water Solenoid Valve*

(Sumber : <https://www.amazon.co.uk/Solenoid-Normally-Electric-Magnetic-Connection/dp/B07VPKQLB3>)

Katup solenoid (*solenoid valve*) merupakan elektromekanik yang berfungsi mengendalikan aliran fluida secara otomatis melalui prinsip kerja medan magnet dari kumparan elektromagnetik. Saat dialiri arus listrik, *plunger* pada katup akan bergerak sehingga membuka atau menutup jalur aliran air sesuai perintah sistem kendali. Komponen ini banyak digunakan dalam sistem otomatisasi karena memiliki respons cepat, mudah diintegrasikan dengan sensor dan mikrokontroler, serta mampu mengatur aliran air berdasarkan perubahan parameter kualitas air seperti kekeruhan atau konduktivitas yang terdeteksi oleh sistem.

9. Pompa Sentrifugal



Gambar II. 12 Pompa Sentrifugal

(Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id/2024/02/mengenal-modul-relay-arduino-cara-kerja-dan-aplikasi-praktis.html>)

Pompa sentrifugal merupakan perangkat mekanikal yang bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal untuk memindahkan fluida dengan mengubah energi mekanis menjadi energi tekanan dan kinetik (A. Yani dkk., 2022). Pompa ini banyak digunakan pada sistem industri dan utilitas bangunan karena mampu menghasilkan aliran yang kontinu, tekanan stabil, serta memiliki konstruksi sederhana dan perawatan yang relatif efisien. Prinsip kerjanya memanfaatkan putaran impeler yang menarik fluida dari sisi hisap kemudian mendorongnya ke saluran keluar sehingga tekanan fluida meningkat dan dapat dialirkan ke sistem perpipaan. Oleh karena itu, pompa sentrifugal banyak diterapkan pada sistem HVAC dan distribusi air yang membutuhkan aliran fluida secara berkelanjutan (Rasyid dkk., 2023)

B. Kajian Penelitian Relevan Terdahulu

Pada penelitian ini, peneliti mempunyai beberapa referensi kajian yang terdahulu yang digunakan sebagai pembeda dan perbandingan baik untuk yang terdahulu, saat ini, maupun pada masa yang akan datang. Referensi kajian digunakan untuk menghindari plagiasi dengan penelitian yang akan

peneliti laksanakan serta untuk memberikan penekanan poin pembeda dengan penelitian yang akan peneliti laksanakan, pada penelitian ini, peneliti jabarkan beberapa referensi kajian terdahulu pada tabel berikut :

Tabel II. 1 Penelitian terdahulu yang relevan

No.	Penelitian, Tahun, Judul	Persamaan	Perbedaan
1.	(H. A. Putra & Rosano, 2024), Implementasi IoT dalam Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Air Menggunakan Platform <i>Blynk</i> dan <i>GoogleSheet</i>	Persamaan penelitian ini adalah menerapkan sistem <i>monitoring</i> kualitas air berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) serta menggunakan sensor TDS untuk memperoleh parameter kualitas air secara otomatis.	Perbedaannya yaitu penelitian ini penelitian tersebut menggunakan platform <i>Blynk</i> dan <i>GoogleSheet</i> sebagai media <i>monitoring</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis Python serta diterapkan pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
2.	(Darmanto dkk., 2025), <i>Monitoring</i> Ketinggian Air Tandon Berbasis IoT dengan ESP32 Melalui <i>Website</i>	Persamaan penelitian yaitu menerapkan <i>monitoring</i> kondisi air secara <i>real-time</i> melalui antarmuka pengguna.	Perbedaannya yaitu pada penelitian tersebut berfokus pada <i>monitoring</i> ketinggian air tandon melalui <i>website</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL

No.	Penelitian, Tahun, Judul	Persamaan	Perbedaan
			TOWER berbasis <i>Python</i> serta diterapkan pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
3.	(J. A. Putra dkk., 2025), <i>Prototype of Automatic Watering System In FITH Greenhouse, Sumbawa University Of Technology With ESP32 Based On Internet Of Things</i>	Persamaan penelitian yaitu sama-sama merancang sistem otomatis yang mengintegrasikan sensor dan aktuator berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	Perbedaannya, penelitian tersebut diterapkan pada sistem penyiraman tanaman, sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis <i>Python</i> pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
4.	(Zafi dkk., 2024), <i>The Monitoring System for Water Quality Based on The Internet of Things (IoT) and Uses A TDS Sensor</i>	Persamaan penelitian yaitu sama-sama menggunakan sensor TDS untuk memantau kualitas air secara <i>real-time</i> .	Perbedaannya, penelitian tersebut digunakan pada kolam budidaya, sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis <i>Python</i> pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
5.	(Sujana dkk., 2025), <i>Pengembangan Sistem</i>	Persamaan penelitian yaitu	Perbedaannya, penelitian tersebut

No.	Penelitian, Tahun, Judul	Persamaan	Perbedaan
	<i>Monitoring IoT Microbubble Generator</i> Berbasis ESP32 Untuk Mendukung Akuakultur	sama-sama mengembangkan sistem <i>monitoring</i> kualitas air berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	diterapkan pada sistem akuakultur, sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis <i>Python</i> pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
6.	(Rienandie & Pramudita, 2025), <i>Design of an Internet Of Things-Based Water Level Monitoring System</i>	Persamaan penelitian yaitu sama-sama menggunakan sensor <i>water level</i> dan pengendalian pompa secara otomatis.	Perbedaannya, penelitian tersebut digunakan untuk <i>monitoring</i> level air tangki, sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis <i>Python</i> pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
7.	(Putri & Arinal, 2025), Pengembangan Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Air dan Kendali Pakan Otomatis untuk Budidaya Ikan Berbasis <i>Internet of Things</i>	Persamaan penelitian yaitu sama-sama menerapkan sistem <i>monitoring</i> kualitas air berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	Perbedaannya, penelitian tersebut diterapkan pada budidaya ikan, sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis

No.	Penelitian, Tahun, Judul	Persamaan	Perbedaan
			<i>Python</i> pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .
8.	(Rosandi dkk., 2023), <i>Design of Water Quality Monitoring System for Koi Fish Farming Using NodeMCU ESP32 and Blynk Application Based on Internet of Things</i>	Persamaan penelitian yaitu sama-sama menerapkan sistem <i>monitoring</i> kualitas air berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	Perbedaannya, penelitian tersebut menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> pada sistem budidaya ikan koi, sedangkan penelitian ini menggunakan aplikasi B-COOL TOWER berbasis <i>Python</i> pada sistem <i>blowdown cooling tower</i> .

Pada penelitian ini penulis menggunakan delapan penelitian terdahulu yang relevan sebanyak 8 penelitian sebagai acuan dalam pengembangan penelitian. Penelitian-penelitian tersebut membahas penerapan *Internet of Things* (IoT), serta penggunaan sistem *monitoring* dan pengendalian kualitas air secara otomatis menggunakan berbagai sensor. Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini mengembangkan peralatan sistem otomatisasi pengendalian *blowdown* dan *monitoring* kualitas air pada *cooling tower* berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang diterapkan pada sistem HVAC di Terminal 1B Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.