

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Pada bagian ini berisi landasan teori yang akan digunakan sebagai dasar dalam proses pembuatan proyek akhir. Pada bagian ini, yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

2.1.1 Sistem Pendinginan pada Generator PLTA Koto Panjang

Pada sistem pendingin generator berfungsi untuk menjaga suhu komponen utama seperti stator dan rotor, agar tetap berada dalam yang aman. Panas berlebih yang dihasilkan harus dibuang agar isolasi kabel tidak rusak dan efisiensi generator tetap terjaga. Sistem pendingin ini dibagi menjadi dua mekanisme utama :

1) Sistem *close loop*

Pada sistem *close loop* air yang dari waduk dialirkan ke *water treatment plant*, lalu masuk ke *cooling water tank*, air ini disirkulasikan secara terus menerus di dalam rangkaian tertutup. Air yang telah menyerap panas dari komponen generator akan didinginkan oleh *heat exchanger* agar bisa digunakan kembali.

2) Sistem *Open Loop*

Dari sistem ini, air yang dari waduk turun melalui *panstock*, lalu ke sudu *gatevan* kemudian menghantam *runner blade* lalu terjadi putaran, air buangnya itu dihisap oleh pompa *raw water*, lalu pompa *raw water* inilah nanti dialirkan ke *heat exchanger* melalui filterisasi yaitu *strainer* untuk menyerap panas dari sistem *closed loop*. Setelah menyerap panas, air tersebut akan di buang kembali, sistem ini sangat efektif dalam membuang panas dalam jumlah yang besar.

2.1.2 Temperatur Ruangan Dan Dampaknya Pada Generator

Temperatur ruangan adalah salah satu parameter lingkungan yang paling krusial dalam operasional generator. Generator, baik yang berukuran kecil

maupun besar, menghasilkan panas sebagai produk sampingan dari proses konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Panas ini perlu dikelola dengan baik agar tidak menumpuk di dalam ruangan.

Dampak temperatur ruangan yang tidak terkontrol pada generator meliputi:

- 1) Penurunan Efisiensi: Peningkatan suhu lingkungan dapat menyebabkan penurunan efisiensi termal pada generator. Hal ini berarti generator harus bekerja lebih keras untuk menghasilkan daya yang sama, yang pada akhirnya meningkatkan konsumsi bahan bakar.
- 2) Kerusakan Komponen: Suhu yang berlebihan (*overheating*) dapat merusak isolasi kumparan, bantalan (*bearing*), dan komponen elektronik sensitif lainnya di dalam generator. Kerusakan ini bersifat kumulatif dan dapat mempersingkat umur operasional generator secara signifikan.
- 3) Kegagalan Sistem: Dalam kasus ekstrem, *overheating* dapat menyebabkan generator mati secara otomatis (*trip*) sebagai mekanisme perlindungan, atau bahkan mengalami kegagalan total yang memerlukan perbaikan mahal dan *downtime* yang lama.
- 4) Perubahan Karakteristik Material: Paparan suhu tinggi dalam jangka panjang dapat mengubah sifat fisik dan kimia material penyusun generator, seperti mengurangi kekuatan mekanis dan konduktivitas listrik.
- 5) Kondensasi (pada suhu rendah): Meskipun fokus utama adalah panas, suhu ruangan yang terlalu rendah juga dapat menyebabkan masalah kondensasi. Kelembaban yang terbentuk dapat merusak komponen listrik dan menyebabkan korosi.

Oleh karena itu, menjaga temperatur ruangan generator dalam rentang yang optimal dan stabil adalah esensial untuk memastikan kinerja yang handal, efisiensi energi, dan umur panjang generator. (Wang&Mindrov, 2024).

2.1.3 Sistem Monitoring

Sistem monitoring adalah suatu sistem atau perangkat yang dirancang untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan data dari suatu proses, kondisi, atau lingkungan secara berkelanjutan. Tujuan utama dari sistem

monitoring adalah untuk memberikan informasi yang akurat dan *realtime* kepada pengguna, sehingga mereka dapat memahami status objek yang dimonitor dan mengambil tindakan yang diperlukan. Sistem monitoring ruangan generator akan bekerja sebagai berikut :

- 1) Mengambil data temperatur dari sensor melalui PLC
- 2) Mengolah data temperatur pada PLC sesudah dengan program yang telah ditentukan.
- 3) mengirim data ke HMI untuk ditampilkan secara *real-time*
- 4) Menyimpan data untuk analisis histori.

2.1.4 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah Komputer digital Industri yang telah diadaptasikan untuk mengontrol proses manufaktur atau proses apa pun yang memerlukan keandalan tinggi, kemudahan program, dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang keras. PLC menerima input dari sensor, menjalankan program logika yang tersimpan, dan menghasilkan *output* untuk mengontrol aktuator. Gambar PLC dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 PLC Haiwell

2.1.5 RTD PT 100

Sensor RTD PT100 adalah jenis *Resistance Temperature Detector* (RTD) yang sangat umum digunakan untuk pengukuran temperatur. "PT100" mengacu pada bahan platinum yang digunakan sebagai elemen sensor, dan "100"

menunjukkan bahwa resistansinya adalah 100 ohm pada suhu 0°C. Prinsip kerja PT100 didasarkan pada perubahan resistansi listrik platinum yang proporsional dengan perubahan suhu. Semakin tinggi suhu, semakin tinggi resistansi platinum.

Keunggulan sensor PT100 meliputi:

- 1) Akurasi Tinggi: PT100 dikenal memiliki akurasi yang sangat baik dan stabilitas jangka panjang.
- 2) Rentang Suhu Luas: Mampu mengukur suhu dalam rentang yang sangat lebar, biasanya dari -200°C hingga +850°C, menjadikannya cocok untuk berbagai aplikasi industri.
- 3) Linieritas: Hubungan antara resistansi dan suhu relatif linier, sehingga memudahkan kalibrasi dan pembacaan.
- 4) Ketahanan: Platinum adalah logam yang stabil dan tahan terhadap korosi, sehingga PT100 memiliki umur pakai yang panjang.
- 5) Kontrol suhu menjadi parameter penting karena perubahan suhu yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan bahkan menyebabkan gangguan operasional. Oleh karena itu, sistem pemantauan suhu yang akurat dan responsif sangat dibutuhkan.
- 6) maka pada penelitian ini menggunakan sensor PT100, sensor ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa resistansi listrik suatu logam akan berubah secara liner terhadap perubahan suhu. Gambar RTD dapat dilihat seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 RTD PT 100

2.1.6 Human Machine Interface (HMI)

(Yao & Yao, 2024) HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi *computer* yang bersifat *real time*. Sistem HMI biasanya bekerja secara *online* dan *real time* dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O *port* yang digunakan oleh sistem *controller*-nya. *Port* yang biasanya digunakan untuk *controller* dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah *port* com, *port* USB, *port* RS232 dan ada pula yang menggunakan *port* serial. Tugas dari HMI (*Human Machine Interface*) yaitu membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dengan desain HMI dapat disesuaikan sehingga memudahkan pekerjaan fisik. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar *computer* dan memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem. Gambar HMI dapat dilihat seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 HMI

2.1.7 Exhaust Fan

Exhaust fan atau kipas hisap adalah perangkat mekanis yang dirancang untuk mengeluarkan udara kotor, panas, lembab, atau berbau dari suatu ruangan dan membuangnya ke lingkungan luar. Prinsip kerjanya adalah dengan menciptakan tekanan negatif di dalam ruangan, sehingga udara dari dalam ruangan terhisap dan dikeluarkan, kemudian digantikan oleh udara segar dari luar melalui ventilasi alami atau bukaan lainnya. Dalam konteks ruangan

generator, *exhaust fan* berperan sebagai aktuator penting dalam sistem kontrol temperatur.

Fungsi utama *exhaust fan* dalam proyek ini meliputi:

- 1) Pengeluaran Panas: Mengeluarkan udara panas yang dihasilkan oleh generator dan akumulasi panas di dalam ruangan, sehingga membantu menjaga suhu tetap stabil dan mencegah *overheating*.
- 2) Peningkatan Sirkulasi Udara: Memastikan adanya pertukaran udara yang konstan, mencegah penumpukan udara pengap atau zat berbahaya lainnya.
- 3) Pengurangan Kelembaban: Mengurangi tingkat kelembaban di dalam ruangan, yang penting untuk mencegah korosi pada komponen generator dan pertumbuhan jamur.

Pemilihan *exhaust fan* yang tepat didasarkan pada beberapa faktor, termasuk volume ruangan, kapasitas aliran udara yang dibutuhkan. (Li & Kosonen, 2019). Gambar *Exhaust Fan* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *Exhaust Fan*

2.2 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Trijoko pramono & Adang Maksus (2016), yang berjudul Studi Analisis Sistem Monitoring Temperatur Ruang Bearing, telah berhasil merancang sistem monitoring ruang bearing, namun penelitian ini menggunakan sensor termocouple.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Taufik Hidayat, T (2021) yang berjudul “Implementasi sistem pengukuran Suhu pada pemindahan pola gambar ke papan Tembaga dalam pembuatan PCB”, juga berhasil dilakukan dengan baik dan berfungsi sebagai sistem monitoring terkendali.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Harlan Kurnia AR(2023) yang berjudul “Implementasi IOT pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan ESP32, *Firestore* dan Kodular juga berhasil dimana Sensor DHT11 dapat melakukan pembacaan suhu dan kelembaban ruangan dengan akurat.

Pada penelitian ini yang dilakukan oleh Saepul Anwar (2020) yang berjudul “Pemanfaatan *Internet Of Things* (IoT) dalam pengendalian Lampu dan Kipas Berbasis Android” menunjukkan bahwa user dapat mengendalikan kecerahan lampu luar dan dalam ruangan, serta kecepatan kipas sesuai dengan kebutuhan

Tabel 2. 1 Perbandingan dari Penelitian Terdahulu

NO	Tahun	Judul	Kelebihan	Kekurangan
1	(Tri Joko Pramonono & Adang M, 2016)	Analisis Sistem Monitoring Temperatur Ruang Bearing	Meningkatkan keandalan sistem mekanik. Data temperatur dapat dicatat secara berkala untuk analisis tren, yang membantu dalam proses evaluasi kinerja mesin.	Sensor bisa memberikan pembacaan tidak akurat,jika terpapar debu,atau gangguan elektromagnetik.
2	(Taufik Hidayat, 2021)	Implementasi Sistem Pengukuran Suhu pada Pemindahan Pola Gambar ke	Mengurangi gagal produksi, temperatur yang tidak sesuai sering menyebabkan	Masih ada Ketergantungan pada manual Handling, walaupun suhu sudah

NO	Tahun	Judul	Kelebihan	Kekurangan
		Papan Tembaga dalam Pembuatan PCB	transfer tidak sempurna atau lapisan tembaga rusak.Sistem ini mengurangi cacat produksi.	dikontrol,hasil transfer juga dipengaruhi tekanan dan durasi tekanan.
3	(AR, H. K.2025)	Implementasi IoT Pada Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan ESP32, <i>Firestore</i> Dan Kondular	Sistem memanfaatkan <i>Firestore</i> Realtime database untuk menyimpan dan menampilkan suhu dan kelembaban secara langsung	Sistem ini hanya memonitoring, tidak ada fitur untuk mengontrol perangkat secara otomatis
4	(Anwar, S 2020)	Pemanfaatan <i>Internet Of Things</i> (IoT) dalam pengendalian Lampu dan Kipas Berbasis Android	Sistem ini mampu mengontrol lampu dan kipas dari jarak jauh,serta mampu melakukan pemantauan status perangkat secara langsung	Seluruh sistem bergantung pada kondisi internet yang stabil. Jika internet mati, sistem tidak akan berfungsi

Berdasarkan tabel perbandingan penelitian terdahulu, sistem yang akan dibuat atau dirancang untuk melengkapi keterbatasan pada penelitian sebelumnya dengan mengintegrasikan fitur kontrol otomatis yang lebih handal. Jika penelitian tahun 2021 dan 2023 masih memiliki ketergantungan pada pengaturan manual atau hanya sebatas fitur monitoring saja, sistem yang diusulkan akan bekerja secara mandiri menggunakan sensor RTD PT100 untuk mengaktifkan *blower* secara bertahap berdasarkan ambang batas suhu yang telah ditentukan. Selain itu, sistem ini mengatasi kelemahan pada penelitian tahun 2020 yang sepenuhnya bergantung pada kestabilan internet, dengan menerapkan sistem kontrol berbasis PLC yang tetap dapat beroperasi secara otomatis di lapangan meskipun koneksi internet tidak tersedia. Dengan keunggulan tersebut,

sistem ini memberikan solusi yang lebih tangguh, responsif terhadap perubahan suhu, dan mampu menjaga keamanan operasional ruang generator secara presisi sebelum mencapai batas alarm 39.5°C.