

Monitoring Kualitas Air pada Cooling Tower untuk Mendukung Pengendalian Proses Blowdown berbasis Internet of Things (IoT)

*Novima Nurul Aini, Diky Siswanto, Gigih Priyandoko

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Universitas Widyagama Malang

*Novima12@gmail.com

Abstract – *A Centralized cooling systems or central air conditioning (AC) systems require the installation of refrigeration. In general, the cooling installation consists of a chiller unit and a cooling tower unit. The cooling process generally starts from the hot water output from the heat exchanger subsystem, flowing to the cooling tower. This process cools the water gradually, and over time it will cause saturation. If the system continues to use the same residual water, it will cause problems with the heat sink. The blowdown process is needed to maintain the water quality in the cooling tower. So far, the blowdown process is still done manually without any remote monitoring facility. In addition, the existing system cannot easily monitor the water quality in the cooling tower to find out if the saturation level of the water exceeds the tolerance limit. This research has developed a water quality monitoring system to address the above problems. The developed system considers several parameters to activate the blowdown process, including power of hydrogen (pH), total dissolved solids (TDS), and turbidity, which can activate the blowdown pump when one of the parameters does not meet the standard requirements. In addition, remote monitoring and manual control via the Blynk app completes the system for running blowdown pumps in Internet of Things (IoT) based cooling towers, which support continuous blowdown processes. In the test, successfully activated the blowdown pump when the pH, TDS or turbidity content did not meet the set standards. Tests five times show that the clean water pump can be activated when the water has run out.*

Keywords: *Water quality; cooling tower; blowdown; Internet of Things (IoT)*

Abstrak – Sistem pendingin terpusat atau sistem pendingin udara (AC) sentral memerlukan instalasi pendingin. Secara umum instalasi pendingin terdiri dari unit *chiller* dan unit menara pendingin. Proses pendinginan umumnya dimulai dari keluaran air panas dari subsistem penukar panas, mengalir ke menara pendingin. Proses ini mendinginkan air secara bertahap, dan lama kelamaan akan menyebabkan kejenuhan. Jika sistem terus menggunakan sisa air yang sama, akan menyebabkan masalah pada unit pendingin. Proses *blowdown* diperlukan untuk menjaga kualitas air di menara pendingin.

Selama ini proses *blowdown* masih dilakukan secara manual tanpa adanya fasilitas *remote monitoring*. Selain itu, sistem yang ada tidak dapat dengan mudah memantau kualitas air di menara pendingin untuk mengetahui tingkat kejenuhan air melebihi batas toleransi. Penelitian ini telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas air untuk mengatasi permasalahan di atas. Sistem yang dikembangkan mempertimbangkan beberapa parameter untuk mengaktifkan proses *blowdown*, antara lain kandungan *power of hydrogen* (pH), total padatan terlarut (TDS), dan kekeruhan, yang dapat mengaktifkan pompa *blowdown* ketika salah satu parameter tidak memenuhi standar persyaratan. Selain itu, pemantauan jarak jauh dan kontrol manual melalui aplikasi Blynk melengkapi sistem untuk menjalankan pompa *blowdown* di menara pendingin berbasis *Internet of Things* (IoT), yang mendukung proses *blowdown* berkelanjutan. Dalam pengujian, berhasil mengaktifkan pompa *blowdown* ketika pH, TDS, atau kandungan kekeruhan tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Pengujian lima kali menunjukkan bahwa pompa air bersih dapat diaktifkan ketika air telah habis.

Kata kunci: *kualitas air; menara pendingin; blowdown; Internet of Things (IoT)*

I. PENDAHULUAN

Pada suatu instalasi pendingin umumnya terdapat unit *chiller* (alat penukar kalor) dan suatu *cooling tower* (menara pendingin). Proses pendinginan umumnya adalah air panas yang berasal dari alat penukar kalor dialirkan menuju ke menara pendingin untuk melepaskan kalor ke udara. Saat dilakukannya pelapasan kalor tersebut tentunya disertai dengan penguapan air secara kontinyu sehingga volume air untuk pendingin kurang. Selain itu mineral terlarut di dalam air pendingin lambat laun akan mengalami pemekatan atau kenaikan konsentrasi akibat penguapan tersebut. Maka kualitas air pada *cooling tower* perlu dijaga dimana jika konsentrasi sudah melewati angka saturasi akan menimbulkan suatu permasalahan pada unit mesin pendingin lainnya. Agar kualitas air dapat terjaga maka sistem menara pendingin harus melakukan *blowdown* (pembuangan air) secara kontinyu. Dengan demikian kualitas air pada menara pendingin dapat di kendalikan. Keadaan seperti ini perlu mendapat perhatian,

dimana *blowdown* secara manual memiliki kelemahan dan ketidakpastian. Ketergantungan tenaga manusia untuk memantau kualitas air secara rutin juga sangat diperlukan. Dimana terdapat kemungkinan tercapainya batas maksimum konsentrasi air pendingin sebelum petugas mengambil sampel air[1]. Sehingga dengan permasalahan tersebut perlu dibuat sistem monitoring kualitas air untuk mendukung proses *blowdown* yang kontinyu.

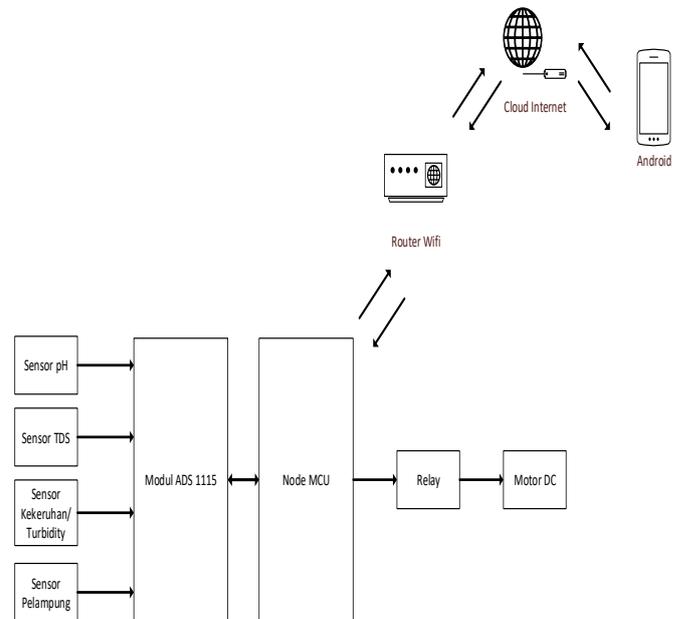
Parameter yang digunakan untuk menjaga kualitas air pada *cooling tower* telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Penelitian pertama menyebutkan spesifikasi air *make up* untuk umpam menara pendingin diantaranya adalah *Power of Hydrogen* (pH), konduktifitas maksimum, *hardness*, sulfat maksimum dan klorid yang membahas terkait metode perhitungan laju *blowdown* dari menara pendingin RSG-GAS[1]. Dilanjutkan dengan penelitian lain dari sekian banyak parameter *sample cooling water* tidak semua termasuk dalam karakteristik kualitas utama, hanya terdapat 3 parameter yaitu pH, total *hardness* dan *free residu halogen* (Clorine) ketiga parameter tersebut menjadi *critical to quality* yang bertujuan untuk mengetahui jenis, penyebab, perbaikan dari *defect* yang ditimbulkan dari *sample cooling water* yang *off spec*[2]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Windy Hildayani tahun 2015 terdapat 2 parameter yang paling berpengaruh besar menimbulkan korosi yaitu kekeruhan dan pH, penelitian ini hanya mengontrol variabilitas proses dengan diagram MEWMA. Selanjutnya penelitian dilakukan oleh Aqmal Fahreza tentang *blowdown boiler* menggunakan sensor *Total Dissolve Solid* (TDS)[3] [4]. Penelitian lain juga telah dilakukan yaitu pemantauan kualitas air akuarium ikan hias dapat menggunakan sensor suhu, sensor pH dan sensor TDS, pada penelitian ini menggunakan telegram sebagai monitoring jarak jauh[5]. Dari penelitian tersebut pH, TDS, kekeruhan merupakan syarat dari mutu air dalam *cooling tower*. Untuk menjaga kualitas air pada *cooling tower* dapat dilakukan dengan memonitoring nilai pH, TDS dan nilai kekeruhan air pada bak *cooling tower* dari jarak jauh dan kendali manual yang dapat menghidupkan pompa untuk melakukan proses *blowdown* secara kontinyu jika parameter tersebut tidak sesuai syarat mutu air untuk *cooling tower*.

Pemantauan kualitas air pada bak *cooling tower* akan lebih mudah dan efisien jika data dapat ditampilkan setiap saat dengan terkoneksi ke internet secara langsung. Hal ini merupakan suatu konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke perangkat. Istilah tersebut dikenal sebagai *Internet of Things* (IoT), dengan adanya IoT pengguna dapat mengakses data, operasi manual dan memonitoring kondisi dan kualitas air dimanapun berada[6] [7] .

Berdasarkan permasalahan tersebut dibuat suatu penyelesaian dengan pembuatan prototipe sistem monitoring kualitas air berdasarkan pH, TDS, kekeruhan dan kendali manual untuk menjalankan pompa *blowdown* pada *cooling*

tower berbasis IoT sehingga mendukung proses *blowdown* secara kontinyu.

II. METODE PENELITIAN

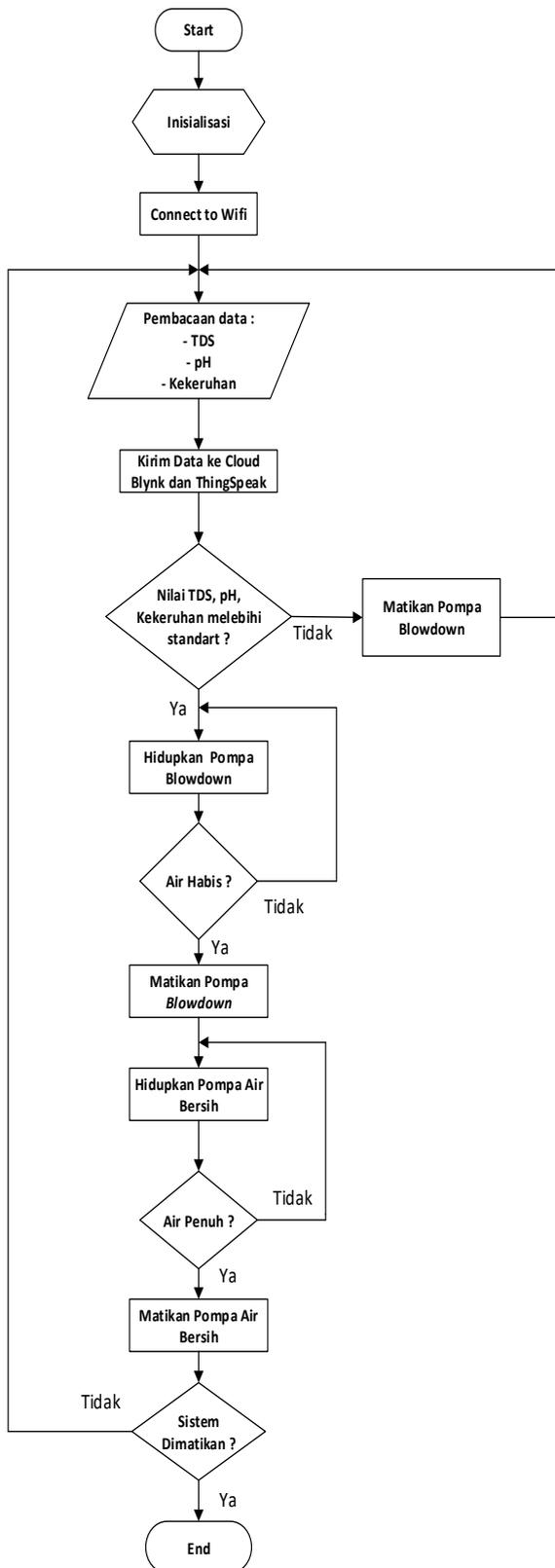


Gambar 1. Blok Diagram Sistem Monitoring dan Control

Pada perancangan *monitoring* kualitas air pada *cooling tower* ini digunakan mikrokontroler berupa NodeMCU ESP8266. NodeMCU digunakan sebagai media kontrol dan aplikasi Blynk sebagai media *monitoring* pada parameter sensor pH, TDS, kekeruhan dan pelampung. Selain itu platform Thingspeak digunakan untuk menampung semua hasil dari pengolahan data yang dilakukan oleh sensor pada prototipe ini.

NodeMCU ESP8266 merupakan pusat dan juga sebagai input dari semua modul sensor yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu sensor pH, TDS dan kekeruhan serta sensor pelampung. ADS 1115 disini berfungsi pembaca sensor analog dikarenakan pin pada NodeMCU hanya memiliki 1 pin analog. Setelah itu data yang diterima oleh NodeMCU akan dikirimkan oleh NodeMCU ke *router* dimana *router* akan memancarkan gelombang wifi yang akan menghubungkan NodeMCU ke internet. Data dari *cloud internet* dapat kita *monitoring* melalui Android yang sudah diinstal oleh aplikasi Blynk dan juga *platform* Thingspeak.

Relai pada prototipe ini merupakan *output* yang dapat dikendalikan oleh NodeMCU. Relai tersebut berfungsi untuk membuka *makeup water* pompa motor DC dan *blowdown* pompa motor DC yang tentunya sudah melalui *setting* nilai parameter yang telah diprogram pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266



Gambar 2. Flow Chart Program Monitoring

Pada perancangan *software* sistem *monitoring* yang dilakukan pertama kali yaitu mengaktifkan prototipe dengan sumber. Langkah pertama yang dilakukan adalah inisialisasi yang merupakan tahap persiapan penggunaan pin yang akan dipakai pada NodeMCU ESP8266. Berikutnya *software* akan terhubung dengan koneksi jaringan internet yang stabil, dan tentunya mikrokontroler, aplikasi Blynk dan Thingspeak juga sudah melakukan sinkronisasi satu sama lain. Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu pembacaan data input berupa sensor pH, sensor TDS dan sensor kekeruhan yang dilakukan oleh NodeMCU. Kemudian data yang telah dibaca oleh NodeMCU dikirim ke *cloud* internet dan akan terbaca melalui aplikasi Blynk dan akan di simpan *history* oleh Thingspeak. Jika pH, TDS dan kekeruhan atau kekeruhan tidak memenuhi standar maka akan menghidupkan motor DC 12 V untuk melakukan *blowdown* serta mengirim notifikasi ke operator melalui aplikasi Blynk, selain itu jika sensor pelampung mendeteksi tidak adanya air maka motor DC 12 V air bersih akan hidup untuk mengisi kekurangan air tersebut. Proses ini berulang sampai nilai pH, TDS dan kekeruhan memenuhi standar. Ketika *blowdown* tidak dapat dilakukan secara otomatis maka akan menunggu perintah manual dari operator. Sistem ini dapat dioperasikan baik secara manual maupun secara otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian keseluruhan merupakan penggabungan keseluruhan komponen yang telah diuji sebelumnya. Sensor yang digunakan pada penelitian ini antara lain pH untuk mengukur tingkat keasaman, sensor TDS yang digunakan untuk melakukan pengukuran banyaknya jumlah zat padat terlarut dalam air. Selanjutnya sensor kekeruhan yang digunakan untuk melakukan pengukuran kekeruhan air pada menara pendingin, sedangkan pelampung digunakan untuk mengukur ketinggian air pada bak menara pendingin.

Tabel 1. Hasil Pengujian Keseluruhan

pH sesuai	TDS sesuai	kekeruhan sesuai	Respon Alat	Kesuksesan
Tidak	Ya	Ya	Pompa <i>Blowdown</i> On	Sukses
Ya	Tidak	Ya	Pompa <i>Blowdown</i> On	Sukses
Ya	Ya	Tidak	Pompa <i>Blowdown</i> On	Sukses
Tidak	Tidak	Tidak	Pompa <i>Blowdown</i> On	Sukses
Ya	Ya	Ya	Pompa <i>Blowdown</i> Off	Sukses

Berdasarkan pengujian keseluruhan pada table diatas sistem akan mengaktifkan pompa *blowdown* jika pH di range 7,4 sampai 8,2 , total zat terlarut (TDS) lebih dari 180 ppm

dan kekeruhan lebih dari 20 NTU. Jika salah satu kondisi tidak terpenuhi maka pompa *blowdown* akan menyala.



Gambar 3. Hasil Pada Aplikasi Blynk

Pada Gambar 3. menunjukkan data data *real time* pada alat *monitoring* kualitas air pada *cooling tower* yang dapat dilihat dari *smartphone* Android dengan aplikasi Blynk. Adapun data yang ditampilkan terdiri dari nilai pH, TDS, kekeruhan dan Pelampung serta indikator bahwa air *cooling tower* kotor serta terdapat tombol *mode* dan manual *input* serta manual *output* untuk mengaktifkan pompa *blowdown* dan pompa air bersih secara jarak jauh melalui *smartphone*. Tombol ini memungkinkan kita untuk mengontrol pompa tanpa harus kelokasi *cooling tower*.



Gambar 4. Tampilan Thingspeak Sensor pH, Turbidity, TDS dan Pelampung

Berdasarkan hasil data dari menggunakan Thingspeak yang ditunjukkan pada Gambar 4. tampilan grafik dibagi menjadi 4 yaitu grafik pH, kekeruhan, TDS dan pelampung. Data tersebut akan muncul pada grafik setiap 20 detik sekali. Selain itu data sebelumnya disimpan dengan baik oleh Thingspeak bahkan juga dapat ditarik ke dalam bentuk excel.



Gambar 5. Hasil Perancangan Keseluruhan

Alat monitoring kualitas air pada *cooling tower* yang ditunjukkan pada Gambar 5. terdapat komponen utama yaitu box panel yang berisi NodeMCU, driver, sensor, modul ADS1115. Box *cooling tower* yang digunakan sebagai simulasi bak *cooling tower* yang akan di deteksi oleh sensor pH, kekeruhan, TDS dan pelampung. Box air bersih di bagian atas digunakan sebagai sumber air bersih yang akan disalurkan ke bak *cooling tower*, jika air yang ada di bak *cooling tower* telah kotor. Terdapat 2 pompa air DC yang pertama pompa air DC digunakan sebagai penyalur air bersih, dan pompa air DC yang kedua digunakan sebagai *blowdown*/ pembuang air pada bak *air cooling tower* jika air sudah kotor. Pada pengujian keseluruhan telah dilakukan dengan 5 kali percobaan. Percobaan pertama dengan larutan pH yang tidak sesuai standar yaitu lebih dari 7,5 sedangkan TDS dan kekeruhan sesuai dengan nilai standar respon alat yang didapatkan adalah pompa *blowdown on* hal ini dikarenakan terdapat satu parameter yang tidak memenuhi standar. Percobaan kedua dengan larutan TDS yang tidak sesuai standar yaitu lebih dari 180 ppm sedangkan pH dan *Turbidity* sesuai dengan nilai standar respon alat yang didapatkan adalah pompa *blowdown on* hal ini dikarenakan terdapat satu parameter yang tidak memenuhi standar. Begitupula dengan percobaan 3 dan percobaan 4 selama masih memiliki parameter yang tidak memenuhi standar maka pompa *blowdown* akan *on*. Sedangkan untuk percobaan ke lima yang dilakukan dengan pemberian larutan dengan pH, TDS, dan kekeruhan yang memenuhi standar maka pompa *blowdown* akan mati hal ini dikarenakan semua parameter memenuhi standar, dan dinilai

sebagai air yang bersih. Jika sistem mendeteksi air kotor maka pompa *blowdown* akan membuang air pada bak *cooling tower* sampai habis dengan acuan sensor pelampung. Lalu sistem akan mengisi bak air *cooling tower* dengan air yang bersih dengan cara mengaktifkan pompa air bersih sampai air penuh dengan acuan sensor pelampung pada bak *cooling tower*.

Dapat disimpulkan bahwa alat prototipe telah bekerja dengan baik dalam mengukur nilai sensor pH, kekeruhan, TDS dan pelampung. Setelah air pada *cooling tower* di deteksi oleh sensor tersebut dan nilai sensor tidak sesuai *standar* maka pompa *blowdown* akan hidup dan membuang air pada *cooling tower* dan pompa air bersih akan hidup dan mengisi air sampai penuh.

IV. KESIMPULAN

Prototipe sistem *monitoring* kualitas air pendingin pada *cooling tower* berhasil dibangun. Sistem *monitoring* kualitas air ini membaca sejumlah parameter air yang meliputi kandungan pH, TDS, dan *turbidity*. Kendali manual berbasis IoT diterapkan untuk menjalankan pompa *blowdown* pada *cooling tower* sehingga mendukung proses *blowdown* yang dikendalikan dari jarak jauh. Pengujian ini secara kotinyu berhasil mengaktifkan pompa *blowdown* ketika pH, TDS dan *turbidity* tidak sesuai dengan standar. Pengendalian jarak jauh ini menggunakan aplikasi Blynk secara *real time*. Untuk data *logger* berhasil diterapkan menggunakan Thingspeak dalam bentuk grafik dengan jeda waktu 20 detik.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dibyo, "Penentuan Laju Blow-Dwon Sistem Menara Pendingin RSG-GAS," *Pros. Pertem. Dan Present. Ilm. Penelit. Dasar Ilmu Pengetah. Dan Teknol. Nukl. P3TM-BATAN Yogyakarta.*, vol. 1, p. 57, 2003.
- [2] I. Renaldi and A. D. Juniarti, "Analisa Kualitas Cooling Tower Pada Cooling Water System di Butadiene Plant PT. XYZ Dengan Metode Six Sigma dan PDCA," *J. InTent*, vol. 1, no. 1, p. 13, 2018.
- [3] W. Hildayani, "Pengontrol Proses Pengolahan Air Pada Cooling Water di PT. XYZ Menggunakan Diagram Kontrol MEWMA dan MEWMV," *Fak. Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, vol. 1, p. 1, 2015.
- [4] M. H. Hersyah, "Identifikasi Rancang Bangun Alat Ukur dan Sistem Kendali Kadar Total Dissolved Solid (TDS) Pada Air Berbasis Mikrokontroler," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 01, pp. 26–34, Mar. 2017, doi: 10.25077/jitce.1.01.26-34.2017.
- [5] A. Fahreza, A. Mahfud, and I. B. Rahardja, "Prototipe Sistem Blowdown Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Monitoring Konsentrasi TDS di Pipa Blowdown Boiler," *Pros. SEMNASTERA Semin. Nas. Teknol. Dan Ris. Terap. Politek. Sukabumi*, p. 6, 2019.
- [6] R. Kharisma and S. Thaha, "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Tek. ELEKTRO DAN Komput. TRIAC*, vol. 7, no. 2, p. 6, 2020.
- [7] K. Hamamni, M. Mukhsim, and D. Siswanto, "Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IoT," *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 35–46, Feb. 2021, doi: 10.31328/jasee.v1i02.12.