

KENDALI JARAK JAUH PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN REMOTE HF 9610 BERBASIS PLC OMRON CP1E

Nur Asiyah Pane¹, Handoyo Siregar², Imnadir³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
nurasiyahpane@students.polmed.ac.id¹, handoyosiregar24@students.polmed.ac.id²,
imnadir2009@gmail.com³

ABSTRAK

Di era industri yang semakin maju, pengolahan air limbah menjadi kebutuhan penting untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan. Teknologi kendali jarak jauh baru telah muncul sebagai solusi untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan air limbah, terutama di lokasi yang sulit diakses dan memiliki risiko paparan radioaktif. Pada penelitian ini, kami mengusulkan dan mengimplementasikan sistem kendali jarak jauh untuk PENGOLAHAN AIR LIMBAH menggunakan perangkat Remote HF 9610 berbasis PLC OMRON CP1E. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses pengolahan air limbah dari jarak jauh melalui koneksi internet. Remote HF 9610 bertindak sebagai penghubung antara laptop pengontrol dan PLC, memastikan komunikasi yang stabil dan aman. PLC OMRON CP1E bertindak sebagai otak sistem, mengendalikan perangkat seperti pompa dan katup sesuai dengan instruksi yang diterima dari pengontrol. Keberhasilan sistem ini diuji melalui serangkaian pengujian, antara lain pengujian jarak maksimal dan pengujian dengan sekat dinding. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menjaga kualitas dan kinerja koneksi yang baik hingga jarak 100m. Teknologi kendali jarak jauh ini berpotensi meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengolahan air limbah serta mengurangi risiko

Kata Kunci : HF 9610, Otomatisasi, Instrumentasi, Pengolahan Air Limbah

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di era industri 5.0, teknologi informasi dan internet of things (IoT) semakin berkembang dan menjadi lebih terintegrasi dengan industri. Era ini mengadopsi organisasi 4.0 yang fleksibel dan siap dengan hasil berbasis data. Industri 5.0 merupakan revolusi industri selanjutnya, dengan tujuan memanfaatkan kreatifitas ahli manusia untuk berkolaborasi dengan mesin yang efisien, cerdas, akurat, guna mendapatkan solusi manufaktur yang hemat sumber daya dibandingkan dengan revolusi industri sebelumnya. Revolusi industri pertama yang dipimpin oleh manusia berdasarkan prinsip 6R (Reconsider, Realize, Reduce, Reuse dan Recycle) prinsip daur ulang industri, teknik pencegahan limbah sistematis dan desain efisiensi logistik untuk menilai standar hidup, kreasi inovatif, dan produksi produk kostum berkualitas tinggi (Michael, 2018). Hal ini tidak terlepas dari kenyataan proyek pencegahan limbah yang direalisasikan pada 2014 UPCYCLING INDUSTRI menjadi satu-satunya alat pencegahan limbah sistematis yang berlaku untuk lingkungan industri. Namun dalam realisasinya pengolahan limbah tidak mudah untuk dilakukan. Para pengelola pabrik harus memastikan bahwa proses pengolahan berjalan dengan baik dan efisien serta menghindari kerusakan dan gagal sistem yang dapat merusak lingkungan.

Di industri, pengelolaan limbah menjadi hal yang sangat penting, karena limbah yang dihasilkan oleh proses produksi yang masih memiliki kandungan yang dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat. Limbah industri adalah sisa proses produksi, baik secara domestik maupun non-domestik yang tidak memiliki nilai ekonomis. Menurut data badan pusat statistik (BPS, 2021) Indonesia sebanyak 46% sungai tercemar berat. Sebagian besar pencemaran sungai diakibatkan oleh masih banyaknya perusahaan industri yang membuang limbah yang masih mengandung bahan berbahaya langsung ke sungai tanpa adanya pengolahan limbah terlebih dahulu. Oleh karena itu, pengelolaan limbah harus dilakukan dengan baik, tepat dan efisien, serta takaran pencampuran kimia yang perlu diberikan secara terukur dan teliti. Namun, kontrol terhadap proses pengolahan air limbah seringkali menjadi tantangan, terutama jika lokasi pengolahan berjarak jauh atau sulit diakses dan seringkali terjadi human eror. Dalam beberapa kasus pengolahan air limbah dilakukan di area radio aktif atau instalasi industri menggunakan radio aktif. Oleh karena itu, penggunaan teknologi terbaru dalam pengolahan air limbah menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko

kerusakan atau kegagalan sistem. Salah satu teknologi terbaru yang digunakan dalam pengolahan air limbah adalah KENDALI JARAK JAUH PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN REMOTE HF 9610 BERBASIS PLC OMRON CP1E

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

Bagaimana cara menentukan jarak maksimal pemakaian modul HF9610 yang terkoneksi dengan PLC?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini pengendalian pengolahan air limbah hasil industri dari jarak jauh menggunakan HF 9610.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Air Limbah Industri

Limbah cair industri adalah buangan hasil proses/sisa dari suatu kegiatan usaha industri yang berwujud cair dimana kehadiran pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya. Limbah cair memiliki karakteristik yang dibagi menjadi 3 seperti yaitu limbah cair fisik, kimia dan biologis. Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisihkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan: pengolahan secara fisika, pengolahan secara kimia, pengolahan secara biologi. Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi.

2. HF 9610

HF 9610 adalah perangkat remote control yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik dan sistem dari jarak jauh. Perangkat ini dapat dikontrol melalui komunikasi radio frekuensi (RF) atau infrared (IR). Secara umum HF 9610 menyediakan antarmuka RS232/RS485/RS422 ke konektivitas Ethernet/Wi-Fi ke web yang memungkinkan perangkat apa pun. Ini mendukung produk PLC monitor jarak jauh dari merek yang berbeda.

3. PLC

PLC adalah suatu alat pengendali (kontrol) terprogram berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler dengan memanfaatkan memori sebagai tempat pengolahan program dan data, yang bekerjaberdasarkan fungsi logika dan mampu melakukan fungsi aritmatika yang relatif kompleks

4. IOT SERVIS

IOT SERVIS adalah perangkat lunak (software) yang dirancang khusus untuk mengendalikan perangkat Remote HF9610 dalam konteks Internet of Things (IoT).

Dengan menggunakan IOT SERVIS, pengguna dapat menghubungkan dan mengontrol perangkat Remote HF9610 secara nirkabel melalui jaringan internet. Perangkat lunak ini berfungsi sebagai antarmuka antara pengguna dan perangkat keras, memungkinkan pengguna untuk melakukan operasi kendali, pengawasan, dan pemantauan dari jarak jauh.

5. CX Programmer

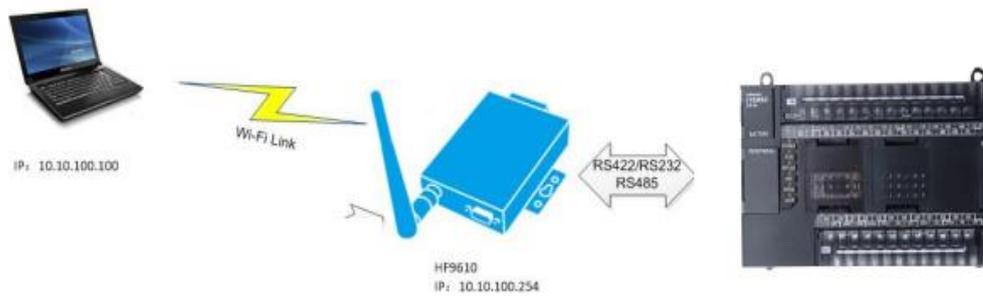
CX-Programmer merupakan salah satu bentuk perangkat lunak yang digunakan untuk memasukkan program ke dalam PLC. Software ini beroperasi di bawah sistem operasi Windows, oleh sebab itu pemakai software ini diharapkan sudah familiar dengan sistem operasi Windows antara lain untuk menjalankan software program aplikasi, membuat file, menyimpan file, mencetak file, menutup file, membuka file, dan keluar dari (menutup) software program.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah merancang sebuah alat yang dapat mengendalikan pengolahan air limbah dengan komponen utama yaitu HF 9610 sebagai remote kendali jarak jauh yang di hubungkan dengan PLC Omron CP1E yang berperan sebagai mikroprosesor.

1. Perancangan Blok diagram



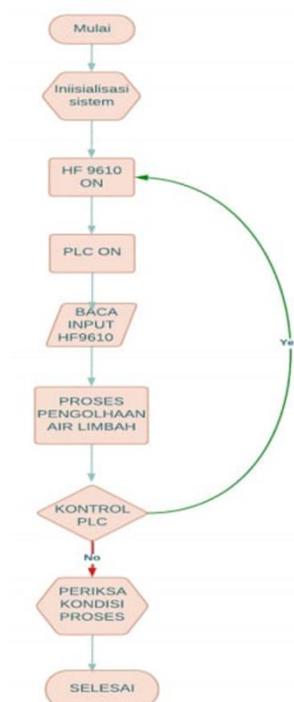
Gambar 1. Blok Diagram Kendali Jarak Jauh Pengolahan Air Limbah

Penjelasan blok diagram :

1. Laptop: Laptop berperan sebagai perangkat pengendali utama dalam sistem ini. Melalui laptop, pengguna dapat mengakses aplikasi atau perangkat lunak yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan proses pengolahan air limbah.
2. HF9610: HF9610 merupakan perangkat remote yang berfungsi sebagai penghubung antara laptop dan PLC. HF9610 berbasis router dan memiliki kemampuan komunikasi nirkabel yang dapat digunakan untuk mengirim dan menerima data antara laptop dan PLC. Perangkat ini membantu dalam menjembatani jarak antara laptop dan PLC yang mungkin berjarak jauh.
3. PLC: PLC (Programmable Logic Controller) adalah perangkat keras yang digunakan untuk mengendalikan dan mengotomatiskan proses di berbagai industri, termasuk pengolahan air limbah. PLC bertindak sebagai otak sistem, menerima sinyal atau instruksi dari laptop melalui HF9610, dan menggerakkan perangkat keras lainnya seperti pompa, katup, atau motor sesuai dengan program yang telah diprogram sebelumnya.

Pada gambar 1 menjelaskan pengguna dapat mengontrol proses pengolahan air limbah dari laptop secara jarak jauh. Laptop mengirim instruksi atau perintah melalui HF9610 ke PLC, dan PLC akan merespons dengan mengontrol perangkat keras yang terhubung untuk menjalankan proses yang diinginkan.

2. Perancangan Flowchart



Gambar 2. Flowcart

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Medan.

Teknik Pengujian Rancangan

Pada Metode Ini Penulis Menguji Alat Kendali Jarak Jauh Pengolahan Air Limbah Menggunakan Remote HF9610 Berbasis PLC Omron CP1E sebagai berikut:

1. Pengujian Fungsional: Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem kendali jarak jauh bekerja sesuai dengan spesifikasi dan persyaratan yang telah ditetapkan. Pengujian ini mencakup verifikasi fungsi-fungsi utama seperti pengiriman instruksi dari laptop ke PLC melalui HF9610, pengontrolan perangkat keras melalui program ladder pada cx programmer dari jarak jauh seperti pompa, valve, float swict, dan motor.
2. Pengujian Koneksi Jarak Jauh: Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi kehandalan dan stabilitas koneksi jarak jauh antara laptop, HF 9610, dan PLC. Pengujian ini mencakup pengecekan kestabilan koneksi jaringan, latensi atau waktu respons, serta kemampuan untuk mengatasi gangguan atau kehilangan koneksi jaringan sementara dengan jarak yang berbeda.
3. Pengujian Integrasi: Pengujian ini melibatkan pengujian integrasi antara komponen-komponen sistem, yaitu laptop, HF 9610, dan PLC. Tujuan pengujian ini adalah memastikan bahwa ketiga komponen dapat saling berkomunikasi dan berinteraksi dengan baik, serta mengevaluasi kemampuan integrasi antarmuka dan protokol komunikasi yang digunakan.

Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengumpulan data dengan beberapa cara yaitu dengan melakukan observasi langsung dan studi pustaka. Dalam kendali jarak jauh, metode pengumpulan data melibatkan penggunaan sistem pemantauan jarak jauh. Remote HF 9610 dapat berperan sebagai router atau penghubung yang memungkinkan pengiriman data dari perangkat yang terpasang di lokasi pengolahan air limbah ke pusat pengendalian jarak jauh. Data yang dikumpulkan melalui sistem pemantauan ini dapat meliputi informasi mengenai kondisi perangkat dan status operasional.

Teknik Analisa Data

Setelah dilakukan pengujian terhadap rancangan Kendali Jarak Jauh Pengolahan Air Limbah menggunakan Remote HF9610 Berbasis PLC Omron CP1E, hasil analisa menunjukkan bahwa sistem kendali jarak jauh ini mampu mengontrol dan memantau proses pengolahan air limbah dengan baik. Pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem dapat menghidupkan dan mematikan alat. Pengujian pada pengontrolan kendali jarak jauh menunjukkan bahwa jarak maksimal laptop dengan perangkat HF9610 sejauh 100m. pengujian integrasi berhasil mengintegrasikan semua komponen perangkat keras dengan lancar, dan pengujian performa secara penuh menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dalam kondisi nyata saat dilapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Alat *Hardware* dan *Software*

Pada perancangan penelitian ini terdapat 2 bagian utama seperti perancangan *Hardware* dan *software*.

1. Realisasi perancangan *Hardware*



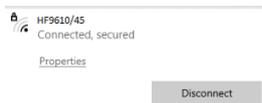
Gambar 3. Realisasi Perancangan *Hardware*

Perancangan *Hardware* berupa pemasangan seluruh komponen yang digunakan dalam pengolahan air limbah seperti menghubungkan PLC dengan HF9610 dengan kabel Rs232 dan menghubungkan HF 9610 dengan laptop melalui jaringan wifi.

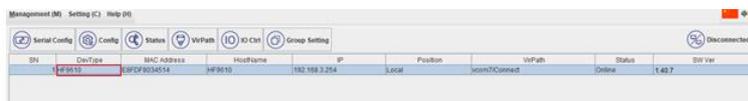
2. Realisasi Perancangan *Software*

Realisasi perancangan *software* dalam kendali jarak jauh pengolahan air limbah menggunakan remote HF9610 berbasis PLC Omron cp1e memiliki langkah langkah sebagai berikut:

1. Sambungkan pc/laptop ke wifi HF9610



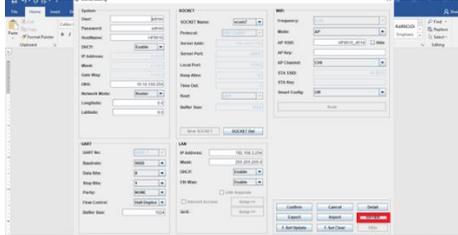
2. Membuka software IoT service, lalu klik dua kali pada alamat yg terdapat di software IoT service,



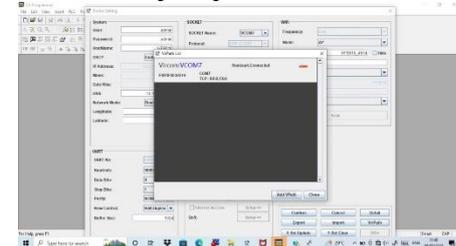
3. Setelah di klik akan muncul tampilan seperti dibawah, dan klik edit



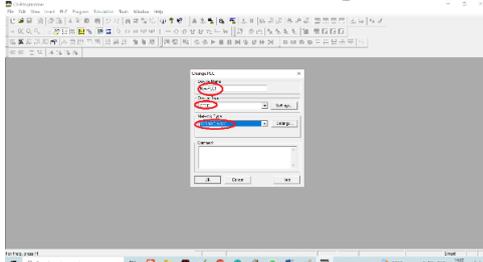
4. Lakukan Konfigurasi pada Software IoT service, lalu klik virpath



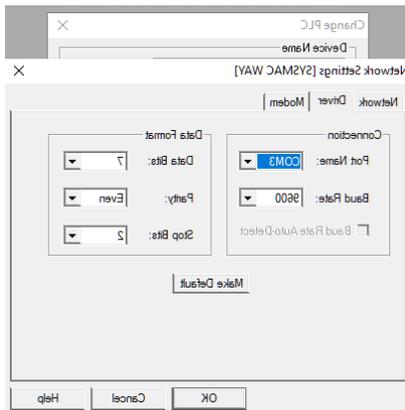
5. Pilih Com port pada software IOT Service



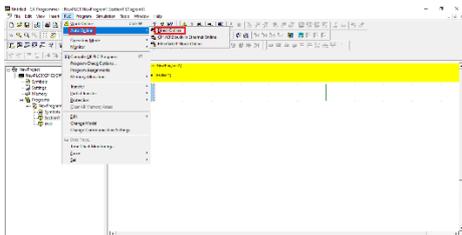
6. Buka software CX- Programmer lalu pilih device CP1E, pilih protokol network sydmax way



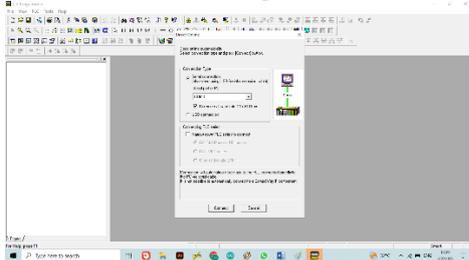
7. Pada network Sydmax Way sesuaikan port yang di cx programmer dengan virtual port yang ada di software IoT Service sama



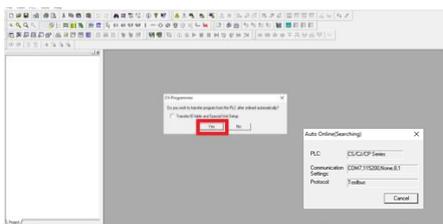
8. Pada cx programmer pilih Auto online lalu pilih direct online



9. Pada direck online pilih



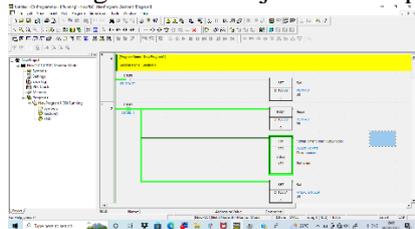
10. Tunggu sampai CX-Programer konfigurasi, lalu pilih yes



11. Cx-Program akan mengupload



12. Program akan berjalan dan dapat di kendalikan dari jarak jauh



Pengujian Alat

Berikut beberapa pengujian Alat Kendali jarak jauh pengolahan air limbah menggunakan remote Hf 9610 berbasis PLC Omron Cp1e.

1. Pengujian koneksi PLC Omron CP1E Dengan HF 9610 Dalam Keadaan Terhubung Atau Tidak Pada Pengolahan Air Limbah.

Pada koneksi antara PLC Omron CP1E dan HF 9610 pada pengolahan air limbah dapat terjaga dengan baik dalam keadaan terhubung. Selama pengujian, dikonfirmasi bahwa komunikasi antara PLC dan HF 9610 berjalan lancar, dan perintah-perintah kendali dapat dikirim dan diterima secara efektif. Koneksi yang stabil dan terpercaya antara kedua perangkat ini memungkinkan pengendalian jarak jauh yang optimal terhadap proses pengolahan air limbah. Namun, saat dilakukan pengujian dalam keadaan tidak terhubung, terlihat bahwa tidak ada komunikasi yang terjadi antara PLC dan HF 9610, yang mengakibatkan ketidakmampuan untuk mengendalikan atau memantau proses pengolahan air limbah. Oleh karena itu, menjaga koneksi yang stabil dan memastikan terjaganya koneksi antara PLC Omron CP1E dan HF 9610 sangat penting untuk memastikan fungsionalitas sistem kendali jarak jauh pada pengolahan air limbah.

2. Pengujian jarak maksimal pemakaian modul HF9610 yang terkoneksi melalui PLC Omron CP1E

Pengujian jarak maksimal pemakaian modul HF9610 terkoneksi melalui PLC Omron CP1E ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian Jarak Maksimal Kendali Jarak Jauh Menggunakan HF9610 Tanpa Hambatan

| No | Jarak pengendalian | Koneksi | Kondisi | Keterangan |
|----|--------------------|----------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 30 meter | Wifi | Terhubung | Bisa monitoring dan kendali |
| 2 | 60 meter | Wifi | Terhubung | Bisa monitoring dan kendali |
| 3 | 80 meter | Wifi | Terhubung (tidak normal) | Bisa monitoring |
| 4 | 100 meter | Wifi | Terhubung (tidak normal) | Bisa monitoring |
| 5 | 110 meter | Wifi | Tidak terhubung | Tidak bisa monitoring dan kendali |
| 6 | 1 meter | ethernet | terhubung | Bisa monitoring dan kendali |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul HF9610 yang terkoneksi melalui PLC CP1E dengan protokol jaringan wifi tanpa hambatan memiliki jarak maksimal pemakaian dengan baik sejauh 60 meter dapat dikendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh.

3. Pengujian jarak maksimal kendali jarak jauh menggunakan HF 9610 dengan hambatan dinding pada tabel berikut.

Tabel 2. Jarak Maksimal Kendali Jarak Jauh Menggunakan HF9610 dengan hambatan dinding

| No | Jarak pengendalian | Koneksi | Kondisi | Keterangan |
|----|--------------------|---------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | 30 meter | Wifi | Terhubung | Bisa monitoring dan kendali |
| 2 | 60 meter | Wifi | Terhubung (tidak normal) | Bisa monitoring dan kendali |
| 3 | 80 meter | Wifi | Terhubung (tidak normal) | Bisa monitoring |

| | | | | |
|---|-----------|------|-----------------|-----------------------------------|
| 4 | 100 meter | Wifi | Tidak terhubung | Tidak bisa monitoring dan kendali |
| 5 | 110 meter | Wifi | Tidak terhubung | Tidak bisa monitoring dan kendali |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul HF9610 yang terkoneksi melalui PLC CP1E dengan protokol jaringan wifi dengan hambatan dinding memiliki jarak maksimal pemakaian dengan baik sejauh 30 meter dapat dikendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh.

Pembahasan Hasil Pengujian

Dalam pembahasan hasil pengujian mengenai jarak maksimal pemakaian modul HF9610 yang terkoneksi melalui PLC CP1E, beberapa hal penting perlu diperhatikan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana modul HF9610 dapat berfungsi secara optimal dan stabil ketika berada dalam jarak yang cukup jauh dari PLC CP1E yang berfungsi sebagai perangkat kontrol utama.

Pada tabel 1, dilakukan serangkaian percobaan dengan variasi jarak antara modul HF9610 dengan PLC CP1E melalui koneksi wifi tanpa hambatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul HF9610 memiliki jarak 60 meter untuk dapat mengendalikan dan memonitoring dengan baik sedangkan pada jarak 80meter kondisi terhubung tidak normal dan hanya bisa memonitoring. Pada jarak 100meter kondisi terhubung tidak normal dan hanya bisa memonitoring. Pada jarak 110meter kondisi tidak terhubung dan tidak bisa mengendalikan dan memonitoring. Pada jarak maksimal ini, modul HF9610 masih mampu menjaga kualitas koneksi yang baik, dengan kecepatan transmisi data yang memadai untuk pengendalian jarak jauh.

Pada tabel 2 dilakukan serangkaian percobaan dengan variasi jarak antara modul HF9610 dengan PLC CP1E melalui koneksi wifi dengan hambatan dinding. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul HF9610 memiliki jarak 30 meter untuk dapat mengendalikan dan memonitoring dengan baik sedangkan pada jarak 80meter kondisi terhubung tidak normal dan hanya bisa memonitoring. Pada jarak 100meter kondisi terhubung tidak normal dan hanya bisa memonitoring. Pada jarak 110meter kondisi tidak terhubung dan tidak bisa mengendalikan dan memonitoring. Pada jarak maksimal ini, modul HF9610 masih mampu menjaga kualitas koneksi yang baik, dengan kecepatan transmisi data yang memadai untuk pengendalian jarak jauh.

Untuk memperkuat jaringan wifi dengan jarak jauh penggunaan repeater atau penguat sinyal dapat membantu memperluas cakupan jangkauan antara modul HF9610 dan PLC CP1E. Selain itu, pemilihan frekuensi komunikasi yang tepat juga dapat mempengaruhi kinerja dan jarak maksimal modul HF9610.

SIMPULAN

Setelah menyelesaikan perancangan dan pembuatan sekaligus pengujian dan membahas hasil uji dari alat ini, maka dapat disimpulkan bahwa koneksi antara PLC Omron CP1E dan HF 9610 dalam pengolahan air limbah dapat ditentukan melalui pengujian koneksi yang melibatkan pengaturan komunikasi antara keduanya. Dengan memastikan bahwa PLC dan HF 9610 terhubung secara fisik dan mengkonfigurasi pengaturan komunikasi yang sesuai, dapat ditentukan apakah koneksi antara keduanya berfungsi dengan baik. Jarak maksimal pemakaian modul HF9610 yang terkoneksi melalui PLC dengan wifi tanpa hambatan sejauh 60 meter dan 30 meter dengan hambatan dinding dapat mengendalikan serta memonitoring pengolahan air limbah. Sedangkan pada jarak 80 hingga seratus meter hanya mampu meonitoring tidak dapat dikendalikan dari jarak jauh.

SARAN

Berdasarkan hasil uji coba alat yang telah dilakukan dan hasil yang telah didapatkan, masih terdapat kekurangan pada sistem alat ini. Maka agar rancangan lebih baik lagi dan memiliki perkembangan agar dalam penggunaan kendali jarak jauh menggunakan HF9610 tidak hanya sebagai *AP (Access Point)* harapannya kedepannya dengan menambahkan fungsi moodbus yang dapat mengoptimalkan

penggunaan sistem dengan memungkinkan kendali, pemantauan, dan pengumpulan data secara terintegrasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adel, A. (2022). Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>.
- Alamsyah, Amir, A., & Faisal, M. N. (2015). Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web. *Perancangan Dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web*, 6(2), 577–584.
- BPS. (2021). *46 Persen Sungai Indonesia Tercemar Limbah*.
- Haloho, D. (2021). KENDALI DAN MONITOR PROSES OTOMATIS HOME INDUSTRY PENGISIAN BOTOL MINUM JARAK JAUH. *Ilmiah, Industry*, 60.
- hi-flying. (2019). No Title. *HF9610_HF9610C PLC Remote Control Element User Manual*, 29. <http://www.hi-flying.com/hf9610>.
- Ketut, I. G., & Budha, A. (2019). *OPTIMALISASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SIANIDA DENGAN PROGRAM PASCA SARJANA*. 1–11.
- Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., B, P., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R., & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26(July). <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>
- Michael. (2018). *devinisi 5.0.pdf*.