

Perancangan Konseptual Pengawasan *Real-Time* dan Penilaian Risiko dalam Pengolahan Air Reverse Osmosis di PT Sari Alam Sukabumi

Mustika Rahmaniah¹, Tria Wulandari², Muhammad Iqbal³, Rifki Arief Munandar⁴, Rizki⁵, Sri Rejeki Retna Pertiwi^{6*}

¹Prodi Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, mustikarahmaniah4@gmail.com

²Prodi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Djuanda, wulandaritria700@gmail.com

³Prodi Teknik Industri, Universitas Widyatama, iqbal.4799@widyatama.ac.id

⁴PT. Sari Alam Sukabumi, RifkiAM.RAM@gmail.com

⁵PT. Sari Alam Sukabumi, Rizkiart3@gmail.com

⁶Prodi Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, sri.rejeki.pertiwi@unida.ac.id

*Korespondensi: Sri Rejeki Retna Pertiwi, sri.rejeki.pertiwi@unida.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT Sari Alam Sukabumi ini bertujuan untuk merancang sistem pengawasan *real-time* dan penilaian risiko dalam pengolahan air menggunakan teknologi *Reverse Osmosis* (RO) di PT Sari Alam Sukabumi. Teknologi RO merupakan metode penyaringan yang efektif untuk memurnikan air, sehingga air yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ketat dan aman untuk digunakan dalam industri. Perancangan ini menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk mengumpulkan dan menganalisis data dengan fokus pada penggunaan sensor *real-time* untuk memantau parameter fisika, mikrobiologi, dan kimia kualitas air. Implementasi pengawasan *real-time* ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi risiko, seperti perubahan warna, pH, suhu, kekeruhan dan total zat padat terlarut yang dapat mempengaruhi kualitas air dan produk akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi proses produksi dan mengurangi risiko kontaminasi, sehingga menghasilkan air yang aman dan berkualitas tinggi.

Kata Kunci : *Reverse Osmosis*, Pengawasan *Real-Time*, Penilaian Risiko, Kualitas Air, Pengolahan Air.

PENDAHULUAN

Salah satu tantangan utama dalam bidang industri adalah pengelolaan air bersih yang merupakan komponen esensial dalam berbagai sektor industri, termasuk industri pangan, farmasi, dan manufaktur. Dalam konteks industri, kualitas air tidak hanya berpengaruh pada produk akhir tetapi juga pada proses produksi itu sendiri. Penggunaan air yang terkontaminasi dapat menyebabkan kerusakan produk,

penurunan efisiensi proses, dan bahkan risiko kesehatan bagi konsumen. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut ada salah satu teknologi yang telah berkembang pesat untuk mengatasi pengelolaan air ini yaitu dengan proses *Reverse Osmosis (RO)*.

Reverse Osmosis atau RO adalah proses memberikan tekanan pada larutan ketika berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan filter) yang menggunakan teknik penyaringan yang dapat menghilangkan berbagai molekul besar dan ion dari larutan (Chairunnisa et al., 2021). Dalam proses ini, tekanan digunakan untuk mendorong air melewati membran, meninggalkan kontaminan di satu sisi dan air murni di sisi lainnya. Teknologi ini sering digunakan untuk menghasilkan air yang bersih dan aman digunakan dari air laut atau air tanah yang terkontaminasi.

Memastikan bahwa kualitas air sudah baik dan aman merupakan faktor yang sangat penting dalam proses produksi produk. Menurut Santoso (2005) yang dikutip oleh (Rukmana et al., 2023) Air yang digunakan harus murni, jernih, tidak berasa dan bebas dari logam berbahaya untuk memenuhi peraturan standar air minum. *Risk assessment* atau penilaian risiko dalam bidang industri pangan sangat penting untuk diperhatikan untuk mengetahui besarnya nilai risiko yang dapat terjadi pada saat proses produksi berlangsung. Biasanya identifikasi *risk assessment* ini menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment Risk Control*). Metode tersebut adalah proses mendeteksi potensi risiko dalam kegiatan rutin dan non-rutin perusahaan dan mengevaluasi kemungkinan terjadinya risiko tersebut.

Maka dari itu air hasil pengolahan dengan proses RO masih perlu untuk diuji dan diawasi secara *real time* meskipun teknologi ini sangat efektif dalam menyaring berbagai jenis kontaminan. Pengawasan *real-time* disini mengacu pada penggunaan sistem sensor yang memiliki kemampuan untuk memantau dan melaporkan kondisi atau parameter lingkungan secara langsung. Ketika air RO digunakan untuk air tersebut harus diuji dan dipantau untuk memastikan air tersebut memenuhi standar kualitas dan aman untuk digunakan. Hal ini sangat penting ketika air ditujukan untuk

keperluan industri atau minum, karena pada bidang industri pasti membutuhkan spesifikasi air yang diperiksa dan diuji secara menyeluruh.

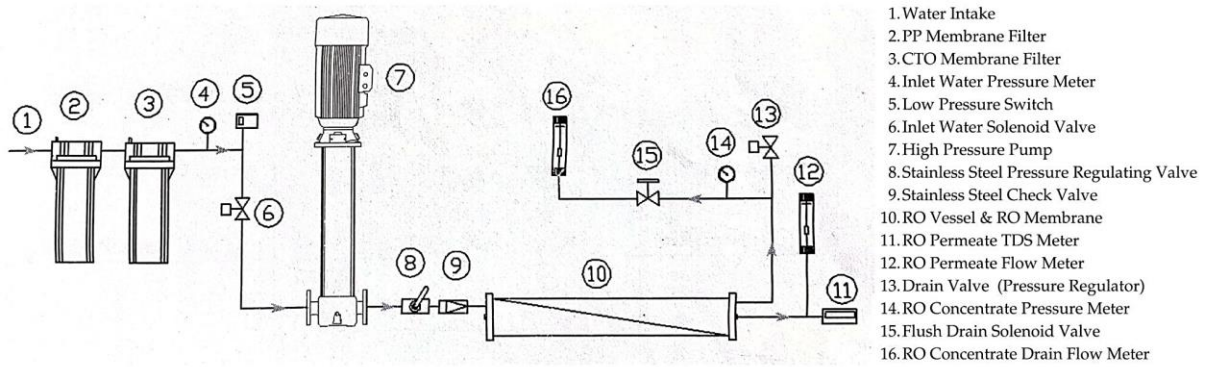
METODE PERANCANGAN

Pada perancangan ini menggunakan metode gabungan (*mixed methods*), yaitu dengan menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan data numerik terkait parameter proses RO dan pengujiannya, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali lebih dalam pemahaman mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan konsep perancangan yang akan dibuat. Perancangan ini dilakukan di lokasi pengolahan air RO yang ada di PT Sari Alam Sukabumi yang dibantu oleh kepala bagian keteknikan dan bagian pengembangan. Teknik pengumpulan data yaitu *Study Literature* (Studi Literatur) yang didapatkan dari jurnal, buku dan beberapa artikel. Literatur yang digunakan dalam perancangan ini dibuat serelevan mungkin dan berfokus pada pengawasan *real-time* dan penilaian risiko dalam pengolahan air *reverse osmosis*.

PEMBAHASAN

Dua langkah utama dalam proses pengolahan air RO adalah penyaringan dan desinfeksi. Tujuan dari proses penyaringan adalah untuk menghilangkan polutan tersuspensi dari air serta campuran koloid yang mengandung mikroorganisme, namun di sisi lain, langkah desinfeksi adalah untuk menghilangkan mikroorganisme yang tidak dihilangkan oleh proses penyaringan (Athena, 2004). Alur proses air RO di PT Sari Alam Sukabumi dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/to/IV/2010, semua penyedia air minum diwajibkan untuk memenuhi persyaratan kualitas air minum secara fisik, mikrobiologis dan kimiawi.



Gambar 1. Alur Proses Air RO di PT Sari Alam Sukabumi
 (Sumber: Kusatsu SMN-1500 Operation Manual)

Tabel 1. Standar Persyaratan Kualitas Air Minum Menurut Peraturan Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter Fisika		
	a) Warna	TCU	15
	b) Bau		Tidak berbau
	c) Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	d) Kekeruhan	NTU	5
	e) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
2	Parameter Mikrobiologi		
	a) Total Coliform	Jumlah per 100 mL sampel	0
	b) Escherichia coli	Jumlah per 100 mL sampel	0
3	Parameter Kimia		
	a) pH		6,5 - 8,5
	b) Chlorine	mg/L	5

Untuk itu dengan mengacu pada standar sesuai dengan PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 ada beberapa parameter dan perlakuan yang direkomendasikan untuk pengawasan *real-time* dan penilaian risiko dalam pengolahan air RO di PT Sari Alam Sukabumi, sebagai berikut :

1. Parameter Fisika

Salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas air adalah karakteristik fisik. Karena faktor-faktor ini terkait dengan keadaan fisik air, parameter fisik juga mencakup hal-hal seperti warna, bau, suhu, kekeruhan, dan total padatan terlarut (TDS). Ada kriteria kualitas yang telah ditetapkan untuk parameter fisika, oleh karena itu pencemaran fisik pada air minum akan terjadi jika kadarnya lebih tinggi dari batas standar yang ditetapkan (Gusnawati, 2023).

a) Warna

Warna perlu dipertimbangkan ketika menilai kualitas air. Pada penilaian risiko warna menggunakan sensor warna GY-31 TCS3200 (Gambar 2) digunakan untuk mengukur uji parameter warna menggunakan skala TCU (True Color Unit). Jika warna sudah mencapai 13,5 TCU, sensor akan memberi tahu pengguna.



Gambar 2. Sensor Warna GY-31 TCS3200
(Sumber: Kuongshun Elektronik)

b) Bau

Air dalam bidang industri menjadi peranan penting karena akan mempengaruhi proses dan hasil produksi. Sesuai dengan PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 bahwa standar bahan baku air minum itu tidak berbau. Maka dari itu bau pada air RO yang akan digunakan dalam suatu bidang industri bisa diukur setiap hari atau bisa diukur setiap akan dipakai dengan menggunakan indra penciuman langsung.

c) Suhu

Air yang baik memiliki suhu antara 20-30°C sama seperti udara. Suhu air yang terkontaminasi biasanya lebih tinggi atau lebih rendah daripada suhu udara di sekitarnya (Hasrianti dan Nurasia, 2016). Suhu udara maksimum yang dibutuhkan untuk memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan dalam PERMENKES RI No. 492/MENKES/IV/2010 adalah $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Maksud dari suhu $\pm 3^{\circ}\text{C}$ yaitu bahwa berarti suhu toleransinya bisa berkisar antara 17°C hingga 33°C dengan diukur menggunakan alat sensor suhu DS18B20 (Gambar 3). Sensor tersebut akan mendeteksi dan akan memberikan pemberitahuan pada saat suhu sudah mencapai 30°C.



Gambar 3. Sensor Suhu DS18B20
(Sumber: KhursLabs)

d) Kekeruhan

Ketika ada bahan yang tidak terlarut, cairan akan kehilangan sebagian transparansi adalah suatu kondisi yang dikenal sebagai kekeruhan (ISO, 1999). Konsentrasi partikel tersuspensi yang lebih tinggi berkorelasi dengan peningkatan kekeruhan air (Gultom et al., 2021). Bahan-bahan anorganik dan organik dalam bentuk plankton dan mikroorganisme lainnya, serta unsur-unsur organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (seperti lumpur dan pasir halus) merupakan penyebab kekeruhan (Davis and Cornwell, 1991). Sensor Kekeruhan TS-300B (Gambar 4) adalah peralatan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur kekeruhan air.

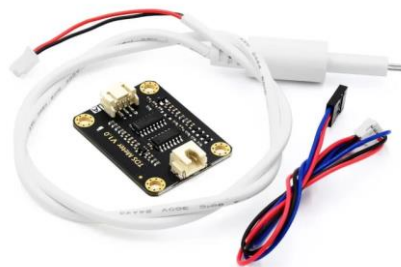


Gambar 4. Sensor *Turbidity* TS-300B
(Sumber: *innovatorsguru.com*)

Dengan menggunakan alat sensor secara *real time* maka tingkat kekeruhan yang terkandung dalam air itu akan diketahui dan akan mengurangi *risk assessment* yang dapat terjadi. Alat sensor tersebut akan mendeteksi dan memberikan *signal* pada angka 3,5 NTU sebagai peringatan mendekati batas maksimum.

e) Total Padatan Terlarut (TDS)

Pada Total Padatan Terlarut (TDS) mengacu pada semua mineral, garam, logam, dan kation terlarut dalam air yang mencakup komponen organik dan anorganik (Untari, 2022). Sistem RO dirancang untuk mengurangi TDS secara signifikan dan cara untuk mengontrol kandungan TDS yang ada di dalam air itu menggunakan alat sensor TDS Meter V1.0 (Gambar 5) yang dimana saat TDS yang terkandung dalam air sudah mencapai 400 mg/L maka alat tersebut akan memberikan *signal* secara *real time*.



Gambar 5. TDS SENSOR METER V1.0
(Sumber: *Alfa Electronics*)

2. Parameter Mikrobiologi

Pada parameter mikrobiologi ini tidak diuji setiap hari atau setiap akan dipakai, maka dari itu risiko mikroba dinilai melalui beberapa pendekatan: pH dan suhu. Air RO biasanya memiliki pH yang mendekati netral atau sedikit asam karena proses filtrasi dan pemurnian. Jika pH air RO berubah secara signifikan, ini bisa menjadi indikasi bahwa ada kontaminasi mikroba atau masalah lain dalam sistem. Perubahan pH yang besar bisa mengubah keseimbangan mikroba dan mempengaruhi kualitas air. Kemudian sistem RO pada umumnya beroperasi pada suhu ruangan atau suhu yang dikendalikan. Jika suhu air berubah secara drastis, ini bisa mempengaruhi efisiensi sistem RO dan potensi pertumbuhan mikroba. Misalnya, suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat pertumbuhan mikroba jika ada kontaminasi, sedangkan suhu yang lebih rendah bisa memperlambat proses mikrobiologis. Maka dari itu baik pH maupun suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Kedua faktor ini penting untuk menjaga kualitas air dalam sistem RO, karena jika pH atau suhu keluar dari rentang yang diinginkan bisa mengindikasikan potensi masalah dalam sistem atau adanya risiko kontaminasi mikroba yang perlu ditangani.

Pada proses produksi di PT Sari Alam Sukabumi ini menggunakan prosedur ekstraksi panas dan ekstraksi dingin menggunakan pelarut organik. Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) hanya dapat tumbuh pada suhu maksimum 50°C, lebih tinggi dari itu bakteri akan menjadi tidak aktif (Ray dan Bhunia (2008)). Suhu yang tinggi (panas yang mematikan) secara permanen merusak ribosom, protein, sitoplasma, asam nukleat, dan membran luar sel (Mackey, 1991). Kapasitas makanan untuk mentoleransi panas selama perlakuan pemanasan berkurang dengan pemanasan yang cepat (Juneja et al., 1998). Bakteri *E. coli* dalam penelitian Saimah et al. (2016) musnah setelah dipanaskan pada suhu 70°C selama 3,5 detik. Menurut Ray dan Bhunia (2008) mikroorganisme yang dipanaskan pada suhu dan

periode tertentu dapat mengalami *heat shock*, rusak secara subletal, atau bahkan mati.

Selain ekstraksi panas, etil asetat dan etanol dapat digunakan dalam proses ekstraksi dingin dengan menggunakan pelarut organik. Senyawa kimia dari jenis yang berbeda biasanya diekstraksi dengan menggunakan dua pelarut yang terpisah. Peran antibakteri terbesar untuk menghentikan pertumbuhan *E. coli* ditemukan pada ekstrak etanol tanaman obat dengan konsentrasi 60%, sesuai dengan penelitian Fathmah et al. (2019). Karena ekstrak yang mengandung bahan kimia aktif dan diekstraksi dengan etanol akan mengganggu membran sel bakteri, maka bakteri *E. coli* yang merupakan salah satu jenis bakteri coliform dapat dibunuh dengan metode ekstraksi panas dan dingin.

a) *Total Coliform*

Bakteri yang berada di dalam sistem pencernaan manusia disebut dengan bakteri coliform. Menurut Kumarasari et al. (2018), risiko bakteri Coliform yang masuk ke dalam saluran pencernaan dapat menyebabkan sejumlah penyakit, antara lain disentri basiler, tifus, dan diare. Coliform adalah jenis bakteri gram-negatif yang umumnya tumbuh pada suhu 37°C dan memiliki pH yang berkisar 5-9, tetapi yang lebih memungkinkan akan tumbuh pada pH 7. Maka dari itu kontrol *real time* pada pH dan suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri coliform, dan melalui ekstraksi panas dan ekstraksi dingin bakteri coliform bisa mati.

b) *Escherichia coli (E. coli)*

Selain bakteri coliform, pengujian *E. coli* juga sangat penting untuk pengujian air dalam bidang industri karena *E. coli* ini juga termasuk ke dalam golongan coliform. Karena bakteri *E. coli* bersifat gram negatif dan tidak termasuk dalam kelas bakteri yang tidak dapat menghasilkan endospora, ekstraksi panas dan dingin akan membuat bakteri menjadi tidak aktif, sehingga kontrol *real time* sangat perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya risiko kontaminasi.

3. Parameter Kimia

a) pH

Pengujian pH pada air di bidang industri pangan adalah langkah penting untuk memastikan bahwa air yang digunakan dalam proses produksi, pengolahan, dan pembersihan memenuhi standar kualitas yang aman. Standar baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 bahwa batas maksimum pH air berkisar 6,5 - 8,5. Maka dari itu sensor pH E-201-C (Gambar 6) akan memberikan *signal* pada angka 7,5 sebagai acuan untuk mengindikasikan adanya risiko kontaminasi.



Gambar 6. Sensor pH E-201-C
(Sumber: Imtech Store)

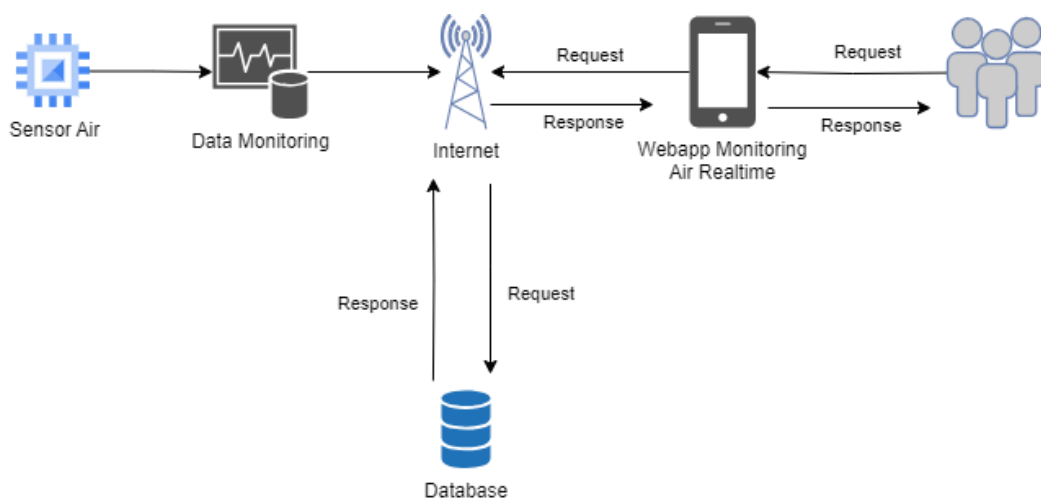
b) Klorin (*Chlorine*)

Dalam industri pangan, memeriksa kandungan klorin dalam air merupakan aspek penting dalam sanitasi dan kontrol kualitas. Untuk membunuh bakteri berbahaya dan menjaga kebersihan fasilitas produksi, klorin sering digunakan sebagai disinfektan dalam pengolahan air. Pengujian kadar klorin menjamin bahwa konsentrasi klorin dalam air berada pada tingkat yang sesuai untuk sanitasi tanpa menghasilkan residu yang dapat mengganggu kualitas produk. Maka dari itu kadar klorin harus sesuai dengan ketentuan PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 dibawah 5 mg/L. Dan untuk pengecekan klorin ini bisa dilakukan setelah pipa dibersihkan oleh disinfektan yaitu minimal 1 bulan sekali atau saat kondisi air pada beberapa kontrol pengecekan mengalami indikasi risiko.

4. Arsitektur *Real Time* Pengawasan Kualitas Air

Penggunaan alat sensor *real-time* (Gambar 7) untuk pengukuran parameter air dalam bidang industri pangan semakin umum karena kemampuannya dalam memberikan data yang cepat dan akurat. Sensor ini memainkan peran penting dalam pengawasan kualitas air secara *real-time*. Sensor *real-time* menyediakan data secara langsung dan terus-menerus untuk memastikan bahwa *risk assessment* dapat dihindari pada saat proses air RO.

Kelebihan pada penggunaan sensor *real-time* ini yaitu mengurangi kebutuhan untuk pengujian manual yang memakan waktu dan biaya. Data yang cepat dan akurat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih efisien. Dengan data yang akurat, perusahaan dapat mengoptimalkan kualitas proses produksi, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi pemborosan biaya.



Gambar 7. Arsitektur Diagram *Webapp Monitoring Real-Time* dalam Kualitas Air Reserve Osmosis

Gambar 7 adalah alur dalam proses sistem *real time* bekerja dengan mekanisme sebagai berikut:

- 1) **Sensor Air:** Sensor air dipasang di sistem *Reserve Osmosis* (RO) untuk mengukur kualitas air. Sensor ini mungkin mengukur berbagai parameter

seperti pH, suhu, TDS, dan lainnya. Sensor ini kemudian mengumpulkan data real-time mengenai kualitas air.

- 2) **Pengolahan Data:** Data yang diperoleh dari sensor air diteruskan ke sebuah perangkat pengolahan data lokal (misalnya: komputer atau perangkat *edge*) yang mungkin melakukan beberapa pemrosesan awal, seperti filtrasi data atau penggabungan data dari berbagai sensor.
- 3) **Transmisi Data (Transmitter):** Setelah diproses, data dikirim melalui jaringan komunikasi (misalnya, jaringan seluler atau Wi-Fi) menuju server utama. Transmisi ini dilakukan melalui infrastruktur komunikasi seperti tower seluler atau gateway.
- 4) **Server Utama (Database Server):** Server utama berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan pengolahan lebih lanjut dari data yang dikirimkan oleh sensor. Server ini juga bertindak sebagai sumber informasi yang akan diakses oleh aplikasi web. Server ini biasanya terhubung dengan database yang menyimpan data historis dan real-time dari berbagai sensor.
- 5) **Aplikasi Web (Web Application):** Pengguna dapat mengakses data real-time dan historis mengenai kualitas air melalui aplikasi web yang terhubung dengan server utama. Aplikasi web ini memungkinkan pengguna untuk melakukan monitoring, analisis, dan pengambilan keputusan terkait kualitas air Reserve Osmosis.
- 6) **Pengguna (User):** Pengguna yang bisa berupa teknisi, manajer, atau pemangku kepentingan lainnya, mengakses aplikasi web melalui perangkat mereka (misalnya: smartphone, tablet atau komputer). Aplikasi ini memberikan informasi *real-time* mengenai kualitas air, dan juga memberikan notifikasi atau alert jika ada parameter yang keluar dari batas yang telah ditetapkan.

Jika ada kondisi kritis yang terdeteksi, pengguna dapat mengambil tindakan berdasarkan data yang disediakan oleh aplikasi web. Dalam beberapa kasus, sistem mungkin juga memiliki mekanisme otomatis untuk mengirimkan perintah kembali

ke perangkat pengendali di sistem RO untuk menyesuaikan operasi (misalnya: menghentikan aliran air jika kualitas air tidak memenuhi standar).

KESIMPULAN

Penerapan sistem pengawasan real-time dalam pengolahan air *Reverse Osmosis* di PT Sari Alam Sukabumi terbukti efektif dalam memantau kualitas air secara langsung dan berkelanjutan. Penggunaan sensor yang tepat dapat mendeteksi perubahan parameter fisika, mikrobiologi dan kimia secara *real-time*, sehingga perusahaan dapat mengambil tindakan pencegahan sebelum terjadi risiko kontaminasi atau penurunan kualitas air. Implementasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam proses produksi, tetapi juga memastikan bahwa air yang digunakan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan sesuai dengan PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 serta menjadikannya aman dan layak untuk digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk industri pangan.

REFERENSI

- Athena. (2004). Kandungan Bakteri Total coli dan *Escherichia coli*/Fecal coli Air Minum Isi Ulang di Jakarta, Bekasi, dan Tangerang. *Buletin Penelitian Kesehatan*. Vol. 32 No. 4.
- Chairunnisa, A. A., Prasetyo, D., Mulyadi, E. (2021). Pembuatan Air Demineral Menggunakan Membran Reverse Osmosis (RO) dengan Pengaruh Debit dan Tekanan. *Jurnal Teknik Kimia*, 15, 2, 66-72.
- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. (1991). "Introduction to Environmental Engineering". Second edition. Mc Graw-Hill, Inc., New York.
- Dep Kes RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

- Fathmah, E.N., Pujiyanto, S., & Raharjo, D.B. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Etil Asetat Batang Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa*, L. Miers) terhadap Bakteri *Escherichia coli* Enteropatogenik (EPEC) Penyebab Penyakit Diare. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 21 (1), 2598-2370.
- Gultom, F.B., Rahman, R., & Heriansyah, H. (2021). Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika di Wilayah Kota Bengkulu. *Alchemy*, 9(2), 37-42.
- Gusnawati, G. (2023). Pengaruh Kualitas Air Minum Isi Ulang Dengan Menggunakan Teknologi Reverse Osmosis (RO). *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 8(2), 66-70.
- Hasrianti & Nurasia. (2016). Analisis Warna, Suhu, pH dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 2, 747-753.
- International Standar Organization. (1999). *Water Quality-Determination of Turbidity, ISO 7027*. Geneva, Switzerland.
- Juneja, V.K., Klein, P.G., & Marmer, B.S. (1998). Heat shock and thermotolerance of *Escherichia coli* O157:H7 in a model beef gravy system and ground beef. *J. Appl. Microbiol.* 84:677-684.
- Kumalasari, E., Rhodiana, & Prihandiwati, E. (2018). Analisis Kuantitatif Bakteri Coliform Pada Depot Air Minum Isi Ulang Yang Berada Di Wilayah Kayutangi Kota Banjarmasin. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(1), 134-144.
- Mackey, B.M., Miles, C.A., Parsons, S.E., & Seymour, D.A. (1991). Thermal denaturation of whole cells and cell component of *Escherichia coli* examined by differential scanning calorimetry. *J. Gen. Microbiol.* 137:2361-2374.
- Ray, B. & Bhunia, A. (2008). *Fundamental Food Microbiology*. 4th ed. CRC Press, New York.
- Rukmana, J., Taufik, Y., Salam, W.Q., Latuconsina, N.F., & Rizki, F. (2023). Kajian HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) Pada Proses Produksi Tahu Susu. *Communnity Development Journal*, 4(4), 7189–7197.
- Saimah, S.B., Sudarwanto, M., & Latif, H. (2016). Dekontaminasi Bakteri *Escherichia*

coli dan *Staphylococcus aureus* Pada Sarang Burung Walet dengan Perlakuan Pemanasan (*Decontamination of Escherichia coli and Staphylococcus aureus in Edible Bird's Nest Using Heat Treatment*). *Jurnal Kedokteran Hewan - Indonesian Journal of Veterinary Sciences*, 10(2), 143–147.

Untari, U. (2022). Analisis Nilai TDS (*Total Dissolve Solid*) Pada Air Sumur Kota dan Kabupaten Sorong Sebagai Gambaran Kualitas Air Sumur Bor. *Analytical and Environmental Chemistry*, 7(02), 115.