

Perancangan Sistem SCADA Pengendalian Sand Filter Pada Automasi Sistem Pengolahan Air Berbasis PLC

Afisan Ghifari¹, Fahri Heltha², Roslidar³, Tarmizi⁴, Alfatirta Mufti⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia

¹afisan@mhs.unsyiah.ac.id

²fheltha@unsyiah.ac.id

³roslidar@unsyiah.ac.id

⁴mizi@unsyiah.ac.id

⁵alfatirta.ee@unsyiah.ac.id

Abstrak—Filtrasi merupakan salah satu proses penting dalam pengolahan air bersih di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Pada kasus yang diteliti, filtrasi menggunakan media pasir dengan sistem gravitasi lebih dikenal sebagai sistem filtrasi *sand filter*. Untuk menjaga performa filtrasi tetap dalam keadaan baik maka perlu dilakukan proses pencucian filternya (*backwash*) secara reguler. Saat filter telah mencapai kondisi jenuh atau kotor, maka debit filtrasi air akan melambat dan akan mempengaruhi debit produksi air bersih. Pada PDAM Tirta Daroy, pengecekan kondisi filter dan waktu pencucian masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan dari operator secara langsung. Sehingga proses pencuciannya sangat tidak konsisten, tidak adaptif dan tidak efisien karena bergantung kepada kinerja operator. Dalam hal ini perlu adanya suatu sistem pengamatan dan kendali otomatis terpusat yang lebih konsisten, adaptif, dan efisien berbasis sensor, yaitu sistem SCADA yang terintegrasi dengan sistem kendali PLC. Platform SCADA Haiwell dikaji dan dirancang untuk dapat terintegrasi dengan PLC Outseal nano sehingga dapat menerima dan memaparkan berbagai format data dari PLC Outseal Nano kepada SCADA Haiwell dan demikian sebaliknya. Platform juga dirancang agar dapat menghasilkan tampilan *interface* yang ramah operator. Perancangan sistem SCADA difokuskan untuk meningkatnya efisiensi proses filtrasi bak *sand filter* serta efisiensi monitoring dan pengontrolan sistem *sand filter*. Pengujian sistem SCADA menghasilkan 100% kesesuaian pembacaan dan perekaman data, baik dari PLC Outseal ke SCADA Haiwell ataupun sebaliknya. Proses pengontrolan dan pengiriman data indikator dari SCADA ke PLC menghasilkan delay maksimal 1 detik. Hal ini terjadi karena adanya waktu interval *refresh rate* pada tampilan data SCADA Haiwell namun masih tetap merespon sesuai yang diharapkan. Proses koneksi tampilan SCADA dan sistem *sand filter* dapat terhubung dengan baik tanpa kendala serta tidak ada peringatan “*device is not online*”.

Kata Kunci—*Sand filter, scada, plc, gravitasi, water level.*

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan materi yang sangat penting dan mutlak dalam kehidupan. Kebutuhan air bersih

semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah populasi penduduk, terutama di perkotaan akibat dari kecenderungan urbanisasi [1]. Proses menghasilkan air bersih yang layak sesuai standar pengolahan air pemerintah Indonesia memerlukan sarana dan prasarana dalam pengolahan air baku. Pengolahan dalam skala kecil biasanya setiap rumah memasang saringan air untuk mendapatkan air bersih, namun untuk skala besar diperlukan suatu badan organisasi dan plant pengolahan air bersih seperti perusahaan Air Minum Daerah (PDAM). Sumber air yang dikatakan bersih untuk penggunaan dalam keseharian masyarakat harus memenuhi acuan standar merujuk kepada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Sistem pengolahan air bersih secara umum pada PDAM Tirta Daroy Lambaro ini terdiri Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, filtrasi, Desinfeksi dan Reservoir. Namun yang akan dibahas khusus adalah bagian filtrasi.

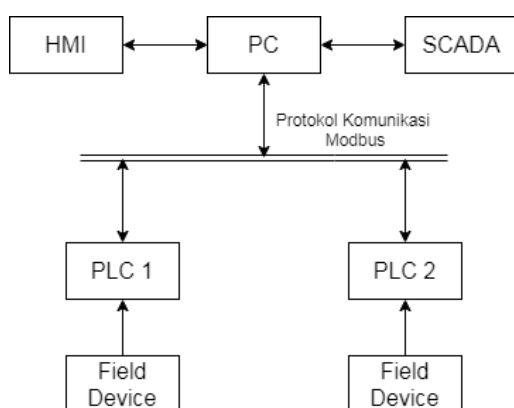
Pencucian filter pada PDAM Lambaro saat ini masih dilakukan secara manual dan bergiliran antar filter, hal ini menjadi kurang efisien dikarenakan harus ada operator yang mengecek kondisi masing-masing filter untuk mengetahui apakah filter tersebut perlu dilakukan *backwash*, sehingga menyebabkan kurang maksimalnya dalam menyaring kotoran dan dengan waktu yang diperlukan untuk mencuci bak filter ± 30 menit, ini akan mengakibatkan penurunan jumlah air yang berada di tangki reservoir. Dengan demikian perlu ditambahkan sebuah sistem yang mampu melakukan kegiatan manajemen kontrol yaitu SCADA.

Sistem SCADA bekerja dengan cara mengambil data dari sebuah plan, kemudian data tersebut akan dikirim ke pusat kendali (*Control room*). Data tersebut bisa berisi informasi dari status peralatan ataupun kondisi benda yang dipantau dengan SCADA. Sistem dalam industri yang rumit menjadikan SCADA sebagai suatu kebutuhan untuk memudahkan operator dan teknisi dalam melakukan proses pemeliharaan (*Maintenance*) maupun otomasi. Sistem SCADA juga dapat mencegah terjadinya malfungsi dari sebuah plan yang bisa disebabkan oleh kelalaian operator atau

dengan istilah *human error*. SCADA mampu memberikan kemudahan dalam alur pendistribusian data secara global. Sehingga dapat meningkatkan nilai efisiensi pada plan yang menggunakan sistem SCADA.

II. DASAR TEORI

Kualitas air dari hasil keluaran pada PDAM harus merujuk pada peraturan menteri kesehatan republik Indonesia nomor: 492 / MENKES / PER / IV / 2010, di mana standar dari kualitas air yang harus menjadi acuan pada proses pengolahan air. Namun sampai saat ini standar masih memakai dengan tingkat kekeruhan bernilai kurang dari 1 NTU (Nephelometry Turbidity Unit) [2]. Untuk mencapai tingkat kekeruhan ini tidak lepas dari kerja filter yang digunakan, filter yang di pakai merupakan sand filter, di mana sand filter ini juga memerlukan maintenance untuk tetap menjaga kinerja filter. Untuk blok diagram kerja sistem SCADA sand filter dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem SCADA Sand Filter

Field device yang terhubung ke PLC seperti sensor, aktuatur serta indikator dan *push button* terhubung melalui kabel-kabel I/O. Dari beberapa PLC yang bertugas sebagai pengendali tersebut yang nanti akan terkoneksi melalui sistem komunikasi Modbus ke PC yang diserikan dengan SCADA dan HMI. PC digunakan sebagai *host* untuk pemrograman, simulasi, *troubleshooting*, *monitoring recording* dan kendali via HMI dan SCADA.

SCADA

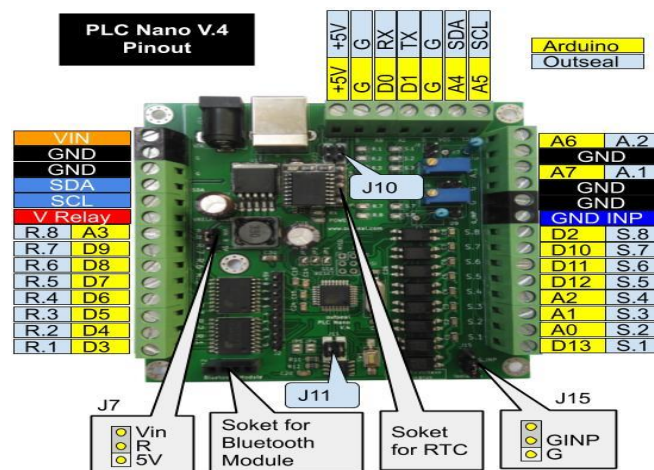
SCADA merupakan sebuah sistem yang memungkinkan pengguna atau operator dapat melakukan *monitoring* (pengawasan), *controlling* (pengendalian) serta *data acquisition* (pengambilan dan perekaman data). Fitur-fitur yang ada pada SCADA sangat diperlukan pada operasi pengendalian secara *real time* [3].

SCADA software dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu tipe *open* dan tipe *proprietary*. Pada tipe *proprietary* dilakukan oleh perusahaan-perusahaan yang melakukan pengembangan perangkat lunak mereka hanya untuk bisa berkomunikasi dengan perangkat keras mereka. Sistem inilah yang mereka jual sebagai solusi kunci. Masalah utama dengan tipe ini

adalah ketergantungan yang besar pada pemasok sistem tersebut [4].

PLC

Pada penelitian ini PLC yang digunakan adalah Outseal nano V.4 .PLC nano V.4 ini adalah penggabungan antara arduino *board* dan *shield* menjadi satu papan elektronik. *Bootloader* yang digunakan adalah *bootloader* arduino (*optiboot*) versi terbaru sehingga pemrograman outseal dapat dilakukan juga menggunakan arduino IDE layaknya *Board* arduino nano pada umumnya. Skema elektronik dari PLC Outseal seperti Gambar



Gambar 2 Pin PLC Outseal Nano V.4

PLC ini memiliki masukan digital berjenis “*sinking*” atau membuang energi berarti yang menuju ke PLC harus berupa tegangan listrik yang besarnya berkisar dari 5 hingga 30V. Sedangkan keluaran digital pada PLC ini berjenis “*High Side Switch*” di mana *switch* digunakan untuk memotong atau menyambung arus listrik yang menuju beban sehingga keluaran tidak memerlukan *ground*. Keluaran dapat disambungkan langsung ke *coil relay* atau dapat juga disambungkan ke modul *relay board* [5].

Water Flow Sensor

Flow sensor atau sensor aliran merupakan sensor yang berfungsi sebagai penghitung debit pada benda cair yang mengalir. Aliran ini yang akan menggerakkan motor. Pergerakan motor akan dikonversikan ke dalam nilai. Sensor ini memiliki beberapa bagian seperti katup, rotor air dan juga sensor hall efek. Prinsip kerja dari *Water flow* yaitu air yang mengalir nanti akan melewati katup sehingga membuat rotor magnet berputar dengan kecepatan sesuai dengan kecepatan aliran air. Medan magnet yang ada pada rotor akan memberikan efek pada sensor hall dan akan menghasilkan sinyal pulsa berupa tegangan. Sinyal inilah yang akan dikirimkan sebagai pembacaan sebagai sensor *water Low* [6].

Water Level Sensor

Water level sensor ini digunakan untuk mendeteksi air. Sensor akan bekerja apabila ada air yang menyentuh pada bagian sisir sensor maka secara otomatis air yang berperan sebagai konduktor menghubungkan kedua jalur tersebut dengan menghasilkan tegangan yang kemudian diperkuat dengan rangkaian penguat. Rangkaian inilah yang akan memberikan keluaran berupa logika *high*, dan proses ini terus berlanjut sampai air tidak lagi menyentuh bagian tersebut.

Protokol Komunikasi Modbus

Modbus merupakan sebuah protokol komunikasi yang diterbitkan oleh Modicon pada tahun 1979. Protokol komunikasi ini dibuat untuk diaplikasikan pada *Programmable Logic Controller* (PLC). Protokol komunikasi ini telah menjadi standar *de facto* di dalam industri dan sekarang Modbus merupakan komunikasi dua arah yang paling umum dan sering digunakan sebagai penghubung antara media elektronik dengan komputer [7].

1) *Komunikasi dan Perangkat Modbus*: Setiap perangkat yang digunakan untuk berkomunikasi dengan menggunakan protokol Modbus harus diberikan alamat yang unik dari perangkat lain. Dalam komunikasi serial dan jaringan MB+ hanya node yang ditugaskan sebagai master saja yang dapat memulai perintah. Berbeda dengan ethernet, perangkat manapun dapat memulai perintah Modbus walaupun hanya satu perangkat master yang melakukannya [8].

2) *Alamat Umum Protokol Modbus*: Pada protokol Modbus terdapat 4 macam jenis akses data dengan panjang masing-masing 16 bit. Dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I
REGISTER PADA MODBUS RTU

Nama Register	Tipe Objek	Akses	Keterangan
Coils	Single Bit	Read-Write	Master bisa membaca maupun menulis data coil
Discrete Masukan	Single Bit	Read-Write	Data hanya bisa dirubah oleh slave
Masukan Register	16-bit Word	Read-Write	Data hanya bisa dirubah oleh slave
Holding Register	16-bit Word	Read-Write	Master bisa membaca maupun menulis register

III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian yang dilaksanakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut:.

A. Identifikasi Masalah

Rumusan masalah utama dari penelitian yang akan dilakukan adalah terkait pengontrolan dan pengawasan dari jarak jauh sehingga dapat meningkatkan produktivitas air bersih. Oleh karena itu dilakukan rancang bangun prototipe sistem SCADA pengontrolan untuk meminimalkan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mengatur dan melihat kondisi filter yang berada di lapangan.

B. Rancangan Sistem

Ada beberapa tahapan dalam proses rancangan sistem yang meliputi perancangan desain perangkat lunak dan perangkat keras.

1) *Desain Perangkat Keras*: Perangkat keras yang digunakan berupa PLC Outseal Nano V4. Pada prototipe digunakan 2 buah PLC Outseal disebabkan oleh kebutuhan pin masukan dan keluaran yang tidak terpenuhi dengan 1 buah PLC Outseal. Adapun daftar dari penamaan PIN yang terkoneksi pada kedua PLC dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

TABEL III
LIST KONFIGURASI PIN PLC 1

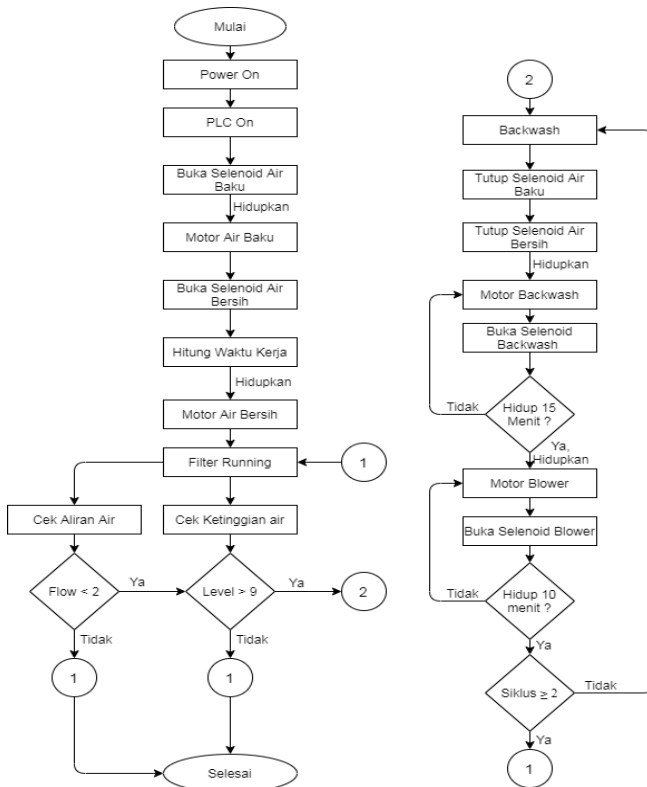
Nama Komponen	Jenis Pin	Nama Pin
Sensor Level Bak 1	Analog Masukan	A1
Sensol Flow Bak 2	Analog Masukan	A2
Push Button Start PLC	Digital Masukan	S1
Push Button Stop PLC	Digital Masukan	S2
Push Button Start Backwash Bak 1	Digital Masukan	S3
Push Button Stop Backwash Bak 1	Digital Masukan	S4
Indikator Selenoid Air Bersih Bak 2	Digital Masukan	S6
Indikator Backwash Bak 2	Digital Masukan	S7
Indikator Stop Backwash B2	Digital Masukan	S8
Motor Air Baku	Digital Keluaran	R1
Selenoid Air Masuk Bak 1	Digital Keluaran	R2
Selenoid Air Bersih Bak 1	Digital Keluaran	R3
Motor Air Bersih	Digital Keluaran	R4
Selenoid Air Bersih	Digital Keluaran	R5
Indikator Backwash Bak 1	Digital Keluaran	R6
Selenoid Backwash Bak 1	Digital Keluaran	R7
Selenoid Air Masuk Bak 2	Digital Keluaran	R8

TABEL IIIII
LIST KONFIGURASI PIN PLC 2

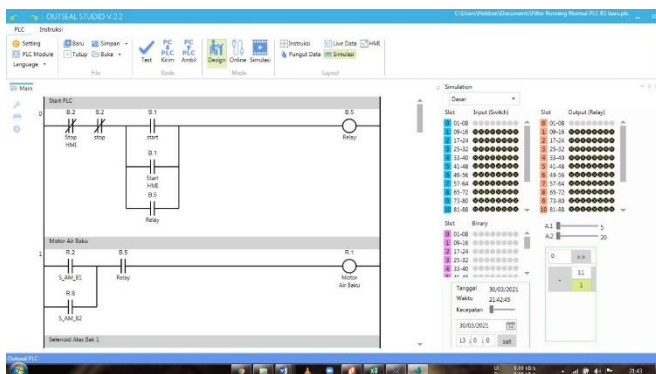
Nama Komponen	Jenis Pin	Nama Pin
Sensor Level Bak 1	Analog Masukan	A1
Sensol Flow Bak 2	Analog Masukan	A2
Push Button Start Backwash Bak 2	Digital Masukan	S1
Push Button Stop Backwash Bak 2	Digital Masukan	S2
Indikator Backwash Bak 1	Digital Masukan	S3
Indikator Selenoid Backwash Bak 1	Digital Masukan	S4
Indikator Start PLC 1	Digital Masukan	S5
Indikator Stop Backwash Bak 1	Digital Keluaran	R1
Motor Backwash	Digital Keluaran	R2
Motor Blower	Digital Keluaran	R4
Selenoid Air Bersih Bak 2	Digital Keluaran	R5
Selenoid Backwash Bak 2	Digital Keluaran	R6
Selenoid Blower	Digital Keluaran	R7
Indikator Backwash Bak 2	Digital Keluaran	R8
Sensor Level Bak 1	Analog Masukan	A1
Sensol Flow Bak 2	Analog Masukan	A2
Push Button Start Backwash Bak 2	Digital Masukan	S1

2) *Desain Perangkat Lunak*: Alur kerja sistem otomatis dirancang seperti Gambar 3.4 untuk mempermudah dalam produksi air bersih. Pada saat PLC di hidupkan sistem sand

filter tidak langsung menyala, harus di nyalakan dengan tombol push button untuk mengaktifkan sistem otomatisnya, saat kondisi filter running maka PLC akan mengecek kedua indikator yang terpasang sensor yaitu sensor kecepatan aliran dan sensor level, kedua sensor ini akan di terima nilai sensor untuk di bandingkan dengan set poin yang telah di atur di SCADA. Hal ini untuk melihat apakah perlu di lakukan backwash, ketika di lakukan backwash maka nilai sensor akan di tahan untuk tidak terbaca di dalam sistem agar tidak terjadi error saat backwash berlangsung.



Gambar 3 Diagram alir kerja sistem

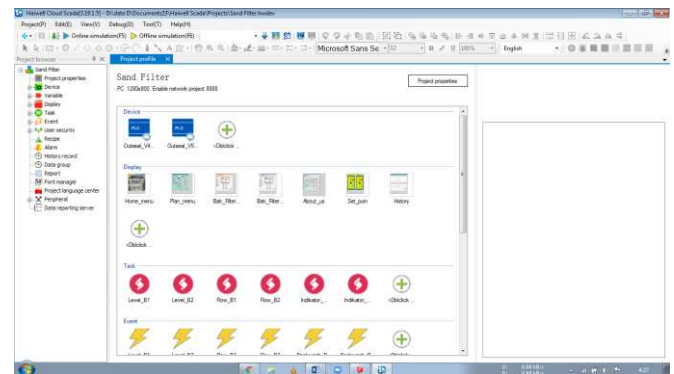


Gambar 4 Diagram ladder outseal studio

Desain Perangkat lunak yang akan digunakan adalah *software* “Outseal Studio” dapat dilihat pada Gambar 3.5. Dengan menggunakan papan PLC Nano V4 dan V5. PLC Nano akan di program menjadi sebuah sistem kerja yang akan

bekerja secara otomatis ketika dihidupkan. Pemrograman PLC menggunakan metode diagram ladder, di mana susunan perintah bekerja sesuai dengan bentuk alur tangga yang bersusun terus ke bawah.

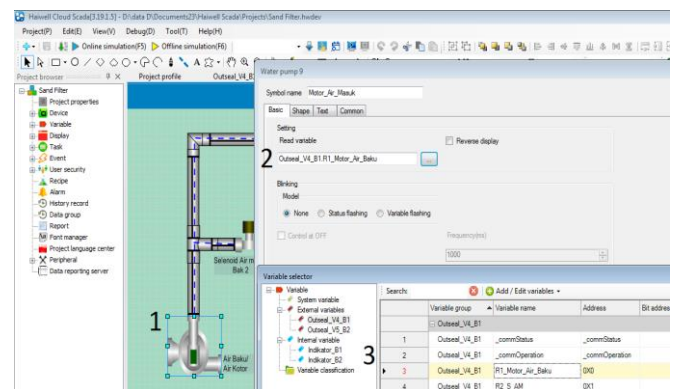
Setelah melakukan pemrograman dengan Outseal Studio dilanjutkan dengan perancangan desain SCADA dengan *software* “Haiwell Cloud SCADA Designer” dapat dilihat pada Gambar 3.6. Perancangan meliputi pembuatan tampilan Human Machine Interface (HMI), setelah selesai pembuatan HMI dilakukan pencocokan data alamat Modbus dengan PLC serta pembuatan perintah *recording* data dan kondisi status keadaan filter, sensor dan aktuator.



Gambar 5 Tampilan aplikasi scada haiwell

C. Perancangan Komunikasi

Dalam perancangan komunikasi prototipe ini membuat hubungan antara SCADA dengan PLC agar dapat bekerja dan saling berkiriman data untuk diolah dalam SCADA, komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan PLC dengan SCADA menggunakan protokol komunikasi Modbus. Daftar alamat diisi berdasarkan Tabel 3.1 dan tabel 3.2 yang berisikan nomor pin pada PLC. Alamat modbus yang akan menjadi perantara sebagai penerima perintah maupun pengiriman data pada PLC ke tampilan SCADA.



Gambar 6 Memasukan alamat plc ke scada

Merupakan cara memasukkan atau mencocokkan alamat modus ke dalam tampilan SCADA. Pada nomor satu merupakan pemilihan visualisasi untuk pompa air baku. Pada nomor dua merupakan tampilan dialog untuk memasukkan

alamat modbus ke dalam tampilan visualisasi dari pompa air baku. Kemudian dilanjutkan pada nomor tiga dengan memilih alamat modbus yang akan dimasukkan ke dalam tampilan SCADA.

D. Pengujian Prototipe

Setelah tahap perancangan konstruksi, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak selesai dilaksanakan, maka langkah penelitian berikutnya adalah tahap pengujian prototipe. Tahap pengujian terdiri dari pembacaan sensor, tahap pengujian komunikasi SCADA – PLC dan tahap performansi prototipe.

1) *Pembacaan Sensor*: Pada tahap ini dilakukan pembacaan dari tiap-tiap sensor prototipe. dilakukan pembacaan sensor level dan sensor flow pada bak 1 dan bak 2 apakah sensor dapat menerima masukan sesuai fungsinya dan memberikan keluaran setelah diterimanya masukan dari sensor tersebut..

2) *Pengujian Komunikasi SCADA – PLC*: Pada tahap ini akan dilakukan pengujian komunikasi antara SCADA dan PLC menggunakan protokol komunikasi MODBUS, di mana protokol komunikasi MODBUS merupakan komunikasi protokol paling umum yang hampir ada di setiap pemrograman PLC. Pada tahap ini akan disesuaikan alamat data pemrograman pada Outseal Studio dengan penempatan halaman HMI yang ada di SCADA sehingga bisa membaca dan memberikan perintah ke PLC nantinya, serta pembacaan isi dari memori PLC akan ditampilkan ke tampilan HMI di SCADA. Pengujian tampilan SCADA dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dan kecepatan pembacaan sistem sensor serta indikator keluaran dari keseluruhan proses yang dilakukan pada bak filter. Hasil pengujian tampilan SCADA Haiwell dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa untuk pengujian tampilan SCADA terdapat beberapa jeda (*delay*) waktu selama 1 detik. Delay terjadi karena adanya waktu interval *refresh rate* pada tampilan data di SCADA Haiwell. Sementara itu pada tabel 5 terlihat hasil pengujian tampilan SCADA untuk PLC Nano V5 juga terdapat delay selama 1 detik

3) *Pengujian Performansi Prototipe*: Pada tahap ini dilakukan pengujian performansi prototipe dengan menempatkan sensor serta aktuator pada prototipe bak yang telah dibangun dan diuji penggunaannya telah sesuai atau tidaknya sensor dan aktuator yang dipasang dengan yang ditampilkan di SCADA, serta melihat apakah SCADA sudah bisa memantau kondisi kerja dari prototipe tersebut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Prototipe Yang Digunakan

Prototipe yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran desain bak sand filter dengan detail panjang 40 cm, lebar 30 cm dan tinggi 50 cm. Pada bagian atas terdapat pipa untuk air baku masuk yang di depannya terpasang solenoid valve. Solenoid valve berfungsi sebagai kran untuk

menghentikan laju air. Pada bagian dinding tengah bak telah dipasang dengan sensor level untuk mengetahui ketinggian air.

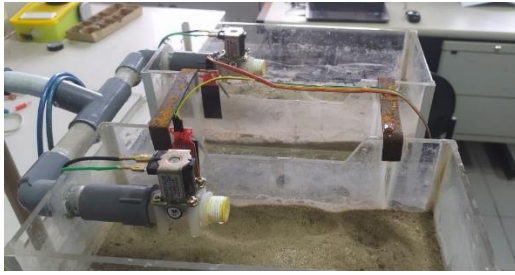
TABEL IV
PENGUJIAN TAMPILAN SCADA UNTUK PLC 1

No	Pengujian	Tipe	Keterangan	Delay (s)
1	Tombol Start	Masukan	Sukses	0,5
2	Tombol Stop	Masukan	Sukses	0
3	Start HMI	Keluaran	Sukses	0
4	Stop HMI	Keluaran	Sukses	0
5	Start Backwash B1	Keluaran	Sukses	0,2
6	Stop Backwash B2	Keluaran	Sukses	0,2
7	Reset Set Poin B1	Keluaran	Sukses	0,2
8	Indikator Motor Air Baku	Keluaran	Sukses	0,2
9	Indikator Motor Air Bersih	Keluaran	Sukses	0
10	Indikator Alarm Level High B1	Keluaran	Sukses	1
11	Indikator Alarm Level Low B1	Keluaran	Sukses	1
12	Indikator Alarm Flow Low B1	Keluaran	Sukses	0,1
13	Indikator Filter Running	Keluaran	Sukses	0
14	Indikator Backwash	Keluaran	Sukses	0
15	Solenoid Valve	Keluaran	Sukses	0
16	Skala Sensor Level B1	Keluaran	Sukses	0
17	Skala Sensor Flow B1	Keluaran	Sukses	0,5

TABEL V
PENGUJIAN TAMPILAN SCADA UNTUK PLC 2

No	Pengujian	Tipe	Keterangan	Delay (s)
1	Start Backwash B2	Keluaran	Sukses	0,2
2	Stop Backwash B2	Keluaran	Sukses	0,2
3	Indikator Motor Backwash	Keluaran	Sukses	0
4	Indikator Motor Blower	Keluaran	Sukses	0
5	Indikator Alarm Level High B2	Keluaran	Sukses	1
6	Indikator Alarm Level Low B2	Keluaran	Sukses	1
7	Indikator Alarm Flow Low B2	Keluaran	Sukses	1
8	Reset Set Poin B2	Keluaran	Sukses	0,2
9	Skala Sensor Level B2	Keluaran	Sukses	0
10	Skala Sensor Flow B2	Keluaran	Sukses	0
11	Solenoid Valve	Keluaran	Sukses	0

Bagian dalam bak diisi media filter seperti batu kerikil kasar, kerikil halus dan yang terakhir pasir halus, pada dasar bak terdapat penyangga setinggi 2 cm yang ditutup dengan akrilik yang telah diberi lubang-lubang kecil dengan ukuran 2 mm, hal untuk menjaga agar kerikil kasar dan kerikil kecil tidak ikut masuk ke dalam saluran pipa backwash dan air bersih.



Gambar 7 Bagian atas bak filter



Gambar 8 Media filter

B. Alamat PLC ke SCADA

Alamat PLC ini diperlukan agar nantinya dapat menghubungkan perintah yang ada di PLC dan SCADA. Penempatan alamat ini sebagai inisialisasi alamat perintah yang akan diberikan dari SCADA dan diteruskan ke PLC untuk dijalankan oleh PLC, adapun alamatnya seperti pada Tabel 6.

Alamat I/O pada PLC yang telah diinisialisasi pada SCADA ini akan dimasukkan ke dalam tampilan SCADA. Setiap tampilan SCADA merepresentasikan indikator dari instrumen di lapangan yang telah terhubung dengan PLC. Hal ini dapat digunakan untuk melakukan pemantauan sehingga tidak perlu dilakukan pengecekan lapangan terlalu sering atau tanpa adanya kendala dalam tampilan SCADA.

C. Desain Tampilan SCADA

Berikut ini merupakan hasil desain dari tampilan SCADA yang akan digunakan untuk mengontrol filter melalui komputer yang berada di control room. Adapun tampilan yang dibuat untuk mempermudah dalam penggunaan kontrol PLC untuk menjalankan filter.

Gambar 9 merupakan tampilan awal atau beranda dari sistem SCADA yang telah dibangun. Terdapat pula tombol shortcut home, plant, about us, exit, login, logout, dan data. Pada bagian atas terdapat waktu dan tanggal serta menampilkan judul dari tugas akhir yang dikerjakan. Shortcut login digunakan untuk membuka akses penuh untuk mengontrol dan merubah keadaan sistem SCADA yang berjalan, sedangkan logout untuk keluar dari akses penuh yang diberikan. Shortcut data untuk mengeluarkan data dari indikator backwash dan sensor yang telah di-record. Shortcut plant ini untuk menampilkan halaman dari plan secara umum.



Gambar 9 Tampilan beranda masuk sistem plan scada

TABEL VI
ALAMAT REGISTER MODBUS PLC KE SCADA

Nama Alamat	Tipe Data	Izin Akses	Alamat Register
R1_Motor_Air_Baku	Switch-type	Read And Write	0X0000
R2_S_AM	Switch-type	Read And Write	0X0001
R3_S_AB	Switch-type	Read And Write	0X0002
R4_Motor_Air_Bersih	Switch-type	Read And Write	0X0003
R5_S_Air_Bersih	Switch-type	Read And Write	0X0004
R6_Backwash	Switch-type	Read And Write	0X0005
R7_S_BK	Switch-type	Read And Write	0X0006
R8_S_AM_B2	Switch-type	Read And Write	0X0007
B1_Start_HMI	Switch-type	Read And Write	0X0128
B2_Stop_HMI	Switch-type	Read And Write	0X0129
B3_Start_Backwash_HMI	Switch-type	Read And Write	0X0130
B4_Stop_Backwash_HMI	Switch-type	Read And Write	0X0131
B5_Relay	Switch-type	Read And Write	0X0132
B6_Ind_Alarm_Level	Switch-type	Read And Write	0X0133
B7_Ind_Normal_Level	Switch-type	Read And Write	0X0134
B8_Ind_Low_Level	Switch-type	Read And Write	0X0135
B9_Ind_Normal_Flow	Switch-type	Read And Write	0X0136
B10_Ind_Low_Flow	Switch-type	Read And Write	0X0137
B32_Reset_Point	Switch-type	Read And Write	0X0159
I1_Scale_Level_Sensor	Integer	Read And Write	4X0000
I2_Scale_Flow_Sensor	Integer	Read And Write	4X0001
I3_Set_Alarm_Level	Integer	Read And Write	4X0002
I4_Set_Low_Level	Integer	Read And Write	4X0003
I5_Set_Low_Flow	Integer	Read And Write	4X0004
I6_Detik_B1	Integer	Read And Write	4X0005
I7_Menit_B1	Integer	Read And Write	4X0006
I8_Jam_B1	Integer	Read And Write	4X0007
I9_Set_Backwash_Level	Integer	Read And Write	4X0008
S1_Start	Switch-type	Read Only	1X0000
S2_Stop	Switch-type	Read Only	1X0001
S3_S_AM_B2	Switch-type	Read Only	1X0002
S4_S_AB_B2	Switch-type	Read Only	1X0003

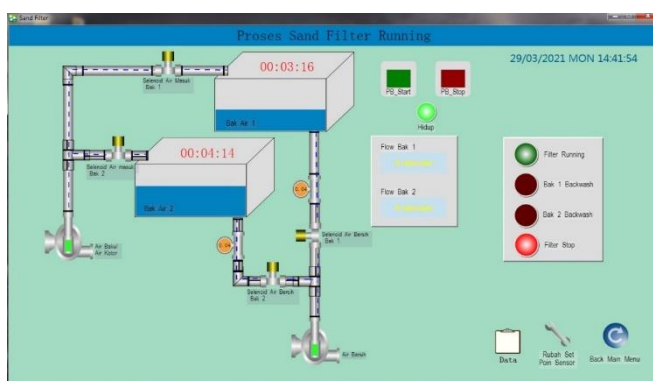
Pada Gambar 10 diperlihatkan tampilan dari hasil mengklik *shortcut plant*, yang merupakan gambaran kerja plan secara umum. Halaman ini digunakan oleh operator pengawas kinerja filter, di mana pada keadaan filter tidak perlu adanya terjadi perubahan baik pada kondisi filter dan data set poin yang sedang berjalan. Halaman ini hanya bisa digunakan untuk menghidupkan dan mematikan filter secara keseluruhan dan terdapat beberapa indikator yang sedang terjadi saat filter sedang bekerja.

Pada Gambar 11 diperlihatkan tampilan dari keseluruhan sistem kontrol untuk bak filter 1. Pada Gambar 11 terdapat pengaturan untuk melakukan backwash atau mengakhiri backwash secara manual, serta terdapat indikator sistem seperti ketinggian air pada bak dan kecepatan air yang mengalir dalam pipa. Pada Gambar 11 juga dapat terlihat kondisi keadaan pompa backwash dan motor blower apakah dalam keadaan on atau off.

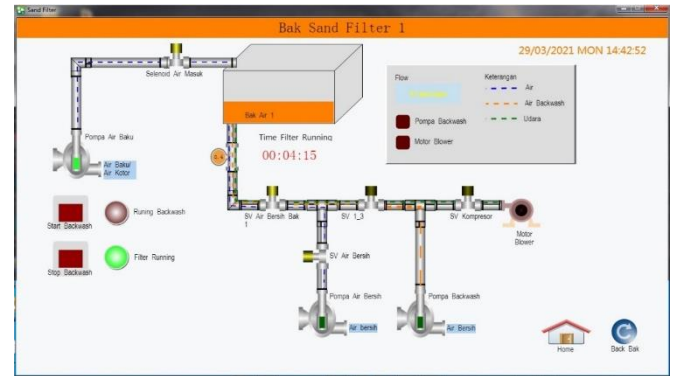
Gambar 12 merupakan tampilan dari keseluruhan sistem kontrol untuk bak filter 2. Fitur yang ada sama persis seperti pada Gambar 11 hanya saja berbeda nilai dari sensor yang ditampilkan serta lama waktu kerja dari bak filter 2 yang ditampilkan.

Pada Gambar 13 diperlihatkan tampilan dari halaman set poin. Pada halaman ini digunakan sebagai tempat untuk menyesuaikan kondisi batas level sensor dan flow sensor untuk mengambil tindakan yang diperlukan selama filter bekerja. Pada Gambar 13 set poin yang dapat diubah adalah batas low untuk level sensor dan batas high alarm level sensor agar dapat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Sedangkan pada sensor flow hanya memiliki set poin untuk kondisi low, hal ini dikarenakan ketika kecepatan aliran air rendah maka adanya penyumbatan atau masuknya kondisi jenuh pada bak filter.

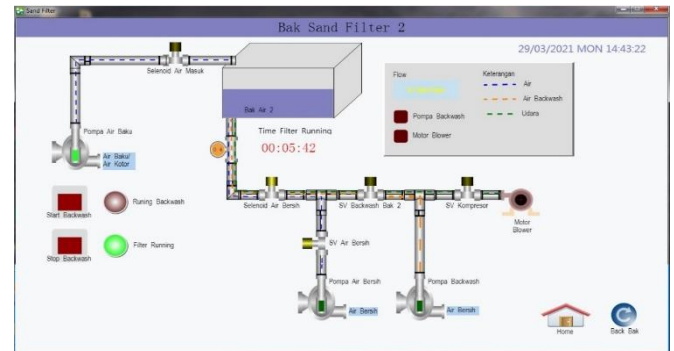
Pada Gambar 14 ditampilkan dari mengklik *shortcut data*, dimana pada halaman ini menampilkan hasil record data yang akan tersimpan selama sistem plan bekerja. Halaman ini akan menampilkan indikator dari kondisi sensor serta angka yang ditunjukkan sensor, serta kondisi apakah sedang berlangsung backwash pada salah satu bak filter.



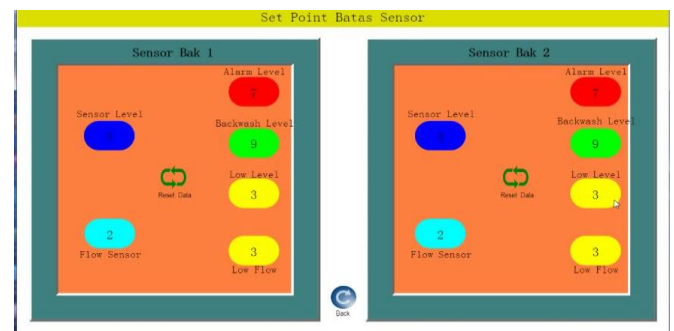
Gambar 10 Tampilan umum bak filter



Gambar 11 Tampilan khusus bak filter 1



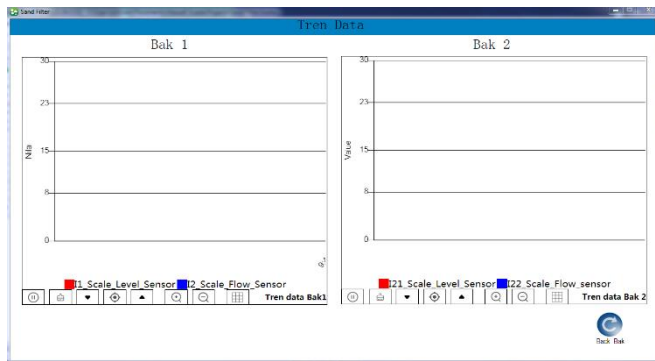
Gambar 12 Tampilan khusus bak filter 2



Gambar 13 Tampilan set poin batas indikator

Time	Level Sensor	Status Level	Flow sensor	Status Flow	Status Bak
2021-06-23 14:14:27	6	Normal	6	Normal	Filtering
2021-06-23 14:14:16	6	Normal	6	Normal	Filtering
2021-06-23 14:14:05	6	Normal	6	Flow Low	Filtering
2021-06-23 14:13:54	6	Normal	6	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:43	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:32	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:21	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:10	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:12:59	6	Normal	3	Normal	Filtering
2021-06-23 14:12:48	6	Normal	4	Normal	Filtering

Gambar 14 Tampilan data sensor dan indikator backwash



Gambar 15 Tampilan grafik data sensor

Pada Gambar 15 merupakan tampilan dari grafik data sensor untuk hubungan antara nilai sensor flow dan sensor level apakah ada kesamaan atau perbedaan kurva pada kondisi yang sama. Sedangkan Gambar 16 merupakan tampilan about us. Pada tampilan ini memuat informasi pembuatan SCADA versi pertama yang telah didesain.



Gambar 16 Tampilan About Us

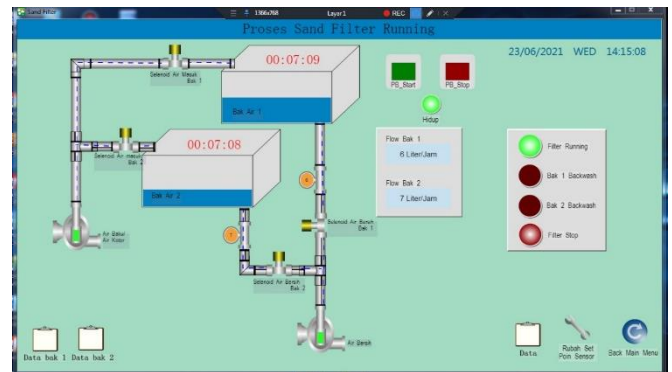
D. Unjuk Kerja (Performansi) Sistem

Di bawah ini merupakan unjuk kerja sistem yang akan ditampilkan dalam tangkapan layar dan data sensor pada bak 1 sand filter.



Gambar 17 Tampilan ketika tidak terkoneksi SCADA dan PLC

Saat kondisi sistem SCADA tidak terkoneksi dengan PLC akan ada tampilan peringatan "device is not online" pada tampilan SCADA seperti pada Gambar 17. Jika kondisi sudah terkoneksi, maka tidak ada tampilan merah pada tampilan sistem SCADA. Hal ini menjadi salah satu indikator bahwa sistem SCADA sudah terkoneksi dengan baik.



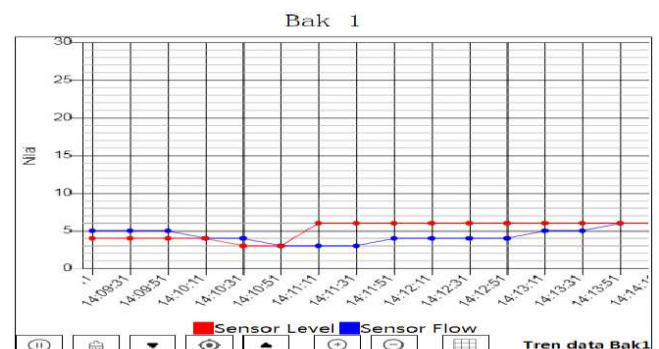
Gambar 18 Tampilan bak sand filter bekerja

Kondisi bak *sand filter* bekerja dapat dilihat seperti Gambar 4.12. Terlihat adanya indikator hidup yang menyala setelah tombol PB_Start ditekan pada tampilan SCADA. Indikator *filter Running* menyala menunjukkan bahwa *sand filter* sedang bekerja menyaring air.

Pada Gambar 19 terlihat nilai sensor level pada bak 1 bernilai 6 dengan status level normal hal ini dikarenakan nilai set poin *low level* bernilai 3, jadi nilai sensor jika berada di atas 3, maka akan berstatus normal dan nilai di bawah 3 akan berstatus *low level*. Nilai set poin dapat dilihat pada Gambar 13. Sedangkan sensor *flow* bernilai 5 dengan status normal dikarenakan berada di atas nilai set poin *low flow*. Untuk status bak terlihat pada Gambar 19 berstatus *filtering* hal ini dikarenakan kondisi bak 1 dalam keadaan sedang *filtering*, namun ketika kondisi *backwash* maka status akan berubah menjadi *backwash*.

Historical Data Bak 1					
Time	Level Sensor	Status Level	Flow sensor	Status Flow	Status Bak
2021-06-23 14:14:27	6	Normal	6	Normal	Filtering
2021-06-23 14:14:36	6	Normal	6	Normal	Filtering
2021-06-23 14:14:05	6	Normal	6	Flow Low	Filtering
2021-06-23 14:13:54	6	Normal	6	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:43	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:32	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:13:21	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:12:10	6	Normal	5	Normal	Filtering
2021-06-23 14:12:59	6	Normal	3	Normal	Filtering
2021-06-23 14:12:48	6	Normal	4	Normal	Filtering

Gambar 19 Tampilan data sensor dan status bak 1 sand filter



Gambar 20 Grafik data sensor bak 1 sand filter

Kumpulan data pada Gambar 19 dapat dibentuk ke dalam grafik seperti Gambar 20. Hal ini memungkinkan SCADA untuk secara langsung menampilkan olahan data secara singkat seperti terlihat pada Gambar 20 garis merah sebagai nilai sensor level dan garis biru sebagai nilai sensor flow. Pada Gambar 20 waktu update antara satu poin ke poin yang lain sebesar 1 menit, hal ini dapat dilihat perubahan waktunya yang berselang 1 menit.

V. KESIMPULAN

Pembuatan tampilan pada sistem SCADA di *sand filter* dimaksudkan untuk memudahkan operator melakukan pengawasan data sensor dan beberapa indikator dari sistem *sand filter*. Unjuk kerja sistem yang terlihat pada tampilan dan sistem *sand filter* dapat terkoneksi dengan baik tanpa kendala dengan tidak adanya peringatan "*device is not online*". Pengujian sistem SCADA menghasilkan 100% kesesuaian pembacaan dan perekaman data, baik dari PLC ke SCADA ataupun sebaliknya walaupun ada *delay* yang terjadi dalam

proses pengontrolan sistem dan pengiriman data indikator sistem. Sistem *monitoring* pada SCADA dapat mempermudah operator dalam pengawasan dan pengendalian *sand filter*, sehingga akan meningkatkan efisiensi waktu dari kerja operator dalam mengontrol kerja sistem *sand filter* untuk memproduksi air bersih. Data sensor yang dilihat pada tampilan pengawasan yang berupa nilai angka dan status dapat disimpan dan diolah kembali menjadi tampilan grafik. Dengan demikian, adanya sistem SCADA *sand filter* memungkinkan operator untuk melakukan pengawasan (*monitoring*), pengendalian (*controlling*), dan pengambilan dan perekaman data (*data acquisition*).

Water level sensor yang digunakan pada penelitian ini hanya mampu mengukur ketinggian air yang sangat terbatas, sehingga sensor ini kurang efektif buat diaplikasikan secara nyata. Oleh karena itu untuk implementasi dapat digunakan sensor yang mampu mengukur ketinggian air sesuai yang di peruntukan media filter.

REFERENSI

- [1] F. D. Anggraini, Samadi, and Warnadi, "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kebutuhan Air Bersih di Pulau Panggang, Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, Provinsi DKI Jakarta," *Spat. Wahana Komun. dan Inf. Geogr.*, vol. 12, 2013.
- [2] N. Zamaruddin, "Monitoring dan Evaluasi Kualitas Air Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Area Aceh Besar Bulan April dan Juli," *J Aceh Phys. Soc.*, vol. 7, no. 1, pp. 39–42, 2018.
- [3] R. B. Prayudha, M. A. Murti, and P. Pangaribuan, "Desain Dan Implementasi Scada (supervisory Control And Data Acquisition) Pada Sistem Boiler Drum Menggunakan Plc Omron," *eProceedings Eng.*, 2015.
- [4] A. R. Putra and S. E. Atmaja, "Perancangan Sistemasi Otomatisasi Pengolahan dan Pendistribusian Air Bersih Di Wilayah I," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 2635–2641, 2017.
- [5] A. Bakhtiar, *Buku Panduan Dasar Outseal PLC*. 2019.
- [6] K. Villez, P. A. Vanrolleghem, and L. Corominas, "Optimal flow sensor placement on wastewater treatment plants," *Water Res.*, 2016, doi: 10.1016/j.watres.2016.05.068.
- [7] D. Kurnia and F. S. H., "Perancangan Kit Praktikum Protokol Modbus Rtu Berbiaya Rendah Berbasis Arduino Mega," *ELEKTRA*, vol. 3, no. 2, pp. 11–18, 2018.
- [8] A. Tiyono, "Sistem Telekontrol SCADA Dengan Fungsi Dasar Modbus Menggunakan Mikrokontroler At89s51 Dan Komunikasi Serial RS485," vol. 1, no. 1, pp. 1–1, 2007.