

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI UNIT PENGOLAHAN AIR BERSIH BERBASIS ARDUINO UNO R3 DAN NEXTION NX4827T043_011R

Achmad Supriyadi¹, Agus Setyawan², dan Jatmiko Endro Suseno²

¹*Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro*

²*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro*

Email : achmadsupriyadi@badaklng.co.id

ABSTRACT

The control of the ordinary water treatment unit on refinery location is still operated manually (by operator), especially in the filtering unit (IRF unit). There are 9 manual block valves that must be operated every 8 hours, to keep the water quality meets its specification. Manual operation can increase the risk of errors or delays in the operation or movement of service cycles and regeneration sequences. Subsequently, it can decrease the water quality and unefficiency in production. The automation of the water treatment unit was made using the nextion HMI touch screen circuit, Arduino Uno microcontroller, IC shift register, electronic relay and other electronic components. By connection between the Nextion HMI as an interface and the Arduino Uno microcontroller as electronic relay controller, the design of the control unit was able to control the clean water treatment unit simulator in accordance with the principles of the processing unit.

Keywords: *Water treatment unit, nextion, arduino uno*

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, berbagai kondisi suatu proses diatur oleh suatu sistem yang disebut sistem kendali. Sistem kendali merupakan sebuah sistem yang terdiri atas satu atau beberapa peralatan yang berfungsi untuk mengendalikan sistem lain yang berhubungan dengan sebuah proses [1]. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, sistem pengendalian di dunia industri juga semakin berkembang. Hal ini memungkinkan pengendalian suatu proses dapat dilakukan secara otomatis.

Salah satu alat yang paling banyak digunakan untuk mengendalikan proses secara otomatis adalah *Microcontroller*. Ada beberapa kelebihan yang ditawarkan oleh *microcontoller Arduino Uno*, diantaranya biaya yang efisien untuk pengontrolan yang kompleks, dapat digunakan atau dipindahkan pada sistem kontrol lain dengan cepat dan

mudah, serta memiliki kemampuan komputasi yang memungkinkan kontrol menjadi lebih canggih.

Salah satu unit pengolahan air yang dimiliki PT Badak LNG adalah *Plant #48 Water Treatment Plant*. Unit ini memiliki pompa, kompresor serta serangkaian *filter* air yang dinamakan *Iron Removal Filter (IRF)*. Pengendalian unit pengolahan air masih dilakukan secara manual (menggunakan tenaga *operator*) terutama pada bagian penyaringan (*IRF unit*). Besarnya ukuran bejana IRF dan sulitnya instalasi perpipaan juga faktor lingkungan kerja yang sulit, akan meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan kerja saat *operator* mengoperasikan manual *valve*.

Dengan banyaknya kelebihan yang diberikan oleh *microcontroler*, maka sistem kendali proses di PT Badak LNG yang masih dikerjakan secara manual dapat ditingkatkan

menjadi sistem pengendali berbasis *microcontroller arduino uno* dan *HMI nextion* sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari segi biaya, kinerja dan faktor keselamatan.

LANDASAN TEORI

Fungsi Air

Karena memiliki kemampuan tarik menarik antar molekul, maka air memiliki sifat-sifat yang istimewa, antara lain :

1. Memiliki *heat capacity* yang baik, sehingga sangat cocok digunakan sebagai media pemindah panas (*heat transfer*).
2. Mempunyai tegangan permukaan yang tinggi, sehingga bila ditempatkan pada suatu bejana, permukaan air akan berbentuk cekung.
3. Pada saat membeku, volume air akan menjadi besar akibat adanya *hydrogen bonding*.
4. Setelah berubah menjadi uap, air memiliki tenaga yang besar dan cocok digunakan sebagai tenaga penggerak dalam suatu industri.

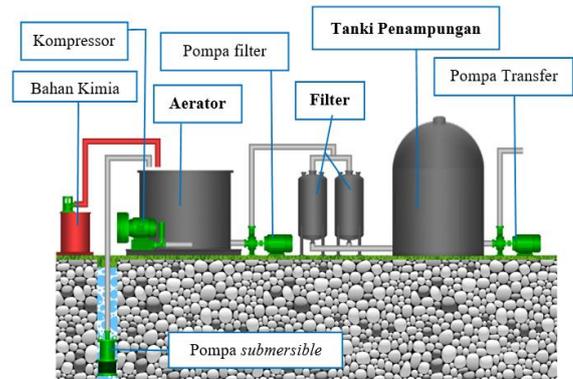
Ditinjau dari sumbernya, maka air dibedakan menjadi dua macam, yakni :

1. Air tanah adalah air baku yang didapatkan dari dalam tanah.
2. Air permukaan adalah air yang berada di permukaan tanah, baik dari sungai, danau, atau campuran dari air yang keluar dari dalam tanah dengan air hujan dan tertampung di permukaan tanah [2].

Sistem Pengolahan Air Bersih

Ada berbagai cara untuk mengolah air baku menjadi air siap pakai, tergantung dari mana air baku tersebut diambil. Cara-cara pengolahan air tawar, antara lain: proses adsorpsi, sedimentasi, koagulasi dan flokulasi, filtrasi, dan disinfeksi. Sedangkan untuk mengolah air laut menjadi air tawar,

bisa dilakukan dengan cara desalinasi [2]. Sistem pengolahan air bersih ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Unit pengolahan air bersih [2].

Sumber air baku untuk mendapatkan air bersih adalah air tanah. Pada tahap awal pengolahan air tanah perlu dilakukan pemberian udara yang cukup, yakni dengan cara “aerasi”.

Tahap selanjutnya adalah menyaring air baku dari mineral-mineral serta garam-garam yang tidak dikehendaki yang berasal dari dalam tanah. Setelah melalui proses penyaringan air tersebut ditampung ke dalam tanki dan kemudian didistribusikan kepada para pemakai untuk dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari.

a. *Aerator*

Aerator adalah merupakan alat yang dipergunakan untuk menambahkan udara (aerasi) kepada air baku. Udara aerasi ini diberikan oleh sebuah kompresor udara dengan menyemprotkan air ke udara sehingga kandungan udara pada air meningkat. Penambahan udara terhadap air tanah bertujuan agar air baku tersebut terbebas dari kandungan gas-gas terlarut. Selain itu, aerasi juga dimaksudkan agar air menjadi jenuh dengan oksigen, sehingga terjadi oksidasi terhadap besi (Fe) dan mangan (Mn) [2]. Sistem aerasi ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. *Aerator* [2].

b. *Filter* (Penyaring)

Filter atau penyaring air yang dikenal dengan istilah *Iron Removal Filter (IRF)* (Gambar 3) digunakan untuk menyaring air agar terpisah dari partikel-partikel yang tidak dikehendaki. Ada tiga jenis pasir yang digunakan sebagai media penyaring, yakni *thick coarse sand*, *thick fine sand*, dan *thick polarite sand* [2]. Beberapa media penyaring ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 3. *Iron Removal Filter* [2].



Gambar 4. Media penyaring [2].

Dengan membilas balik (*back wash*), maka kotoran yang tertahan akan terbuang keluar, dan pasir *filter* menjadi bersih kembali. Pada saluran masuk air, juga dipasang suatu *strainer* yang memiliki lubang lebih kecil dari pada diameter pasir

filter, sehingga bila dilakukan pencucian balik, pasir *filter* akan tertahan (tidak ikut terbuang bersama air dan kotoran) [2].

c. Tanki penampung

Tanki dipergunakan untuk menampung air yang sudah melalui *filter* pada proses penyaringan. Dari tanki penampungan ini kemudian air hasil penyaringan di distribusikan kepada para pemakai oleh pompa *transfer/supply*. Tanki penampungan air ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Tanki penampungan air [2].

d. Pompa

Pada unit pengolahan air bersih terdapat dua unit pompa, yaitu :

- Pompa *filter* adalah pompa yang dipergunakan untuk mengalirkan air baku yang berasal dari aerator menuju filter untuk melalui proses penyaringan
- Pompa *transfer/supply* adalah pompa yang dipergunakan untuk mendistribusikan air bersih yang sudah ditampung di dalam tanki. Contoh pompa ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Pompa [2].

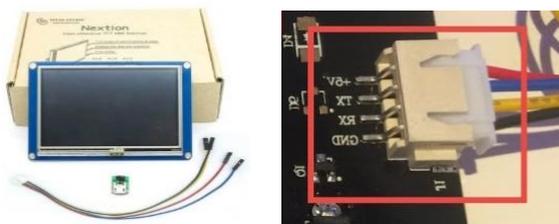
Nextion; Antar-muka Mesin dan Manusia

Antar-muka mesin dan manusia atau lebih dikenal dengan istilah *human machine interface* (HMI) adalah suatu sistem yang menghubungkan antara manusia dengan teknologi mesin. Contoh HMI ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Contoh *human machine interface* [3].

Perangkat keras nextion yaitu layar *Liquid Crystal Display* (LCD) yang terdiri dari serangkaian *Thin Film Transistor* (TFT) yang hanya berupa layar LCD saja atau berupa layar sentuh dengan teknologi *Resistive Touchscreen* pada tipe tertentu, salah satunya adalah Nextion NX4827T043_011R (Gambar 8). Untuk berkomunikasi dengan piranti lain Nextion menggunakan sistem UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*). Dua *pin* serial (Rx dan Tx) dan dua *pin* lagi untuk *power supply*. Pin-pin tersebut terletak pada bagian belakang layar [3].



Gambar 8. Nextion NX4827T043_011R [3].

Bagian-bagian Nextion NX4827T043_011R ditunjukkan oleh

Gambar 9, spesifikasinya ditunjukkan pada Tabel 1, karakteristik elektroniknya ditunjukkan oleh Tabel 2, dan memorinya ditunjukkan oleh Tabel 3.



Gambar 9. Bagian-bagian Nextion NX4827T043_011R [3].

Tabel 1. Spesifikasi Nextion NX4827T043_011R [3].

	Data	Description
Color	64K 65536 colors	16 bit 565, 5R-6G-5B
Layout size	120(L)×74(W)×5(H) 120(L)×74(W)×6.2(H)	NX4827T043_011N NX4827T043_011R
Active Area (A.A.)	105.50mm(L)×67.20mm(W)	
Visual Area (V.A.)	95.04mm(L)×53.86mm(W)	
Resolution	480×272 pixel	Also can be set as 272×480
Touch type	Resistive	
Touches	> 1 million	
Backlight	LED	
Backlight lifetime (Average)	>30,000 Hours	
Brightness	230 nit	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
Weight	93.8g	

Tabel 2. Karakteristik elektronik Nextion NX4827T043_011R [3].

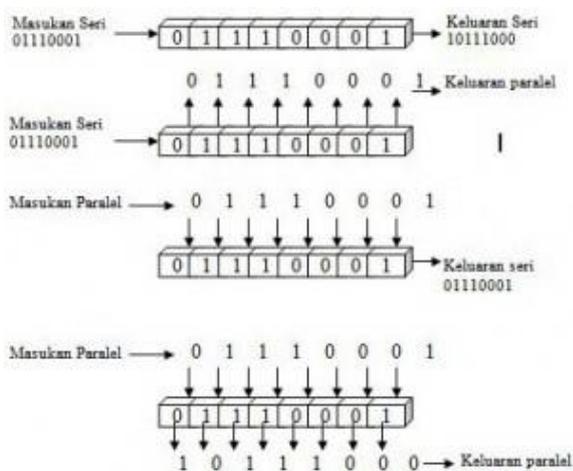
	Test Condition	Min	Typical	Max	Unit
Operating Voltage		4.75	5	7	V
Operating Current	VCC=+5V, Brightness is 100%	-	250	-	mA
	SLEEP Mode	-	15	-	mA

Tabel 3. Memori Nextion NX4827T043_011R [3].

Memory Type	Test Conditions	Max	Unit
FLASH Memory	Store fonts and images	16	MB
RAM Memory	Store variables	3584	BYTE

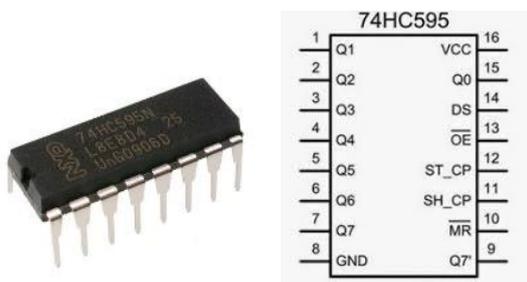
Shift Register dan IC 74HC595

Pada sistem digital *register* geser digunakan untuk menggeser suatu data. Pergeseran data pada *register* dapat dilakukan dalam dua arah yaitu ke arah *Low Significant Bit* (LSB) dan ke arah *Most Significant Bit* (MSB). *Register* geser dapat juga digunakan untuk mengubah format data seri ke paralel atau dari paralel ke seri [4]. Ilustrasi pergeseran data pada register geser ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10. Ilustrasi pergeseran data pada register geser [4].

IC 74HC595 (Gambar 11) adalah komponen yang memiliki fungsi sebagai *shift register serial to parallel 8-bit*, yaitu berarti mengubah *input* berupa data serial ke bentuk *output* paralel 8 bit. Untuk menghasilkan 8 pin baru atau kelipatan 8 yang sangat banyak, jika digabungkan [5].

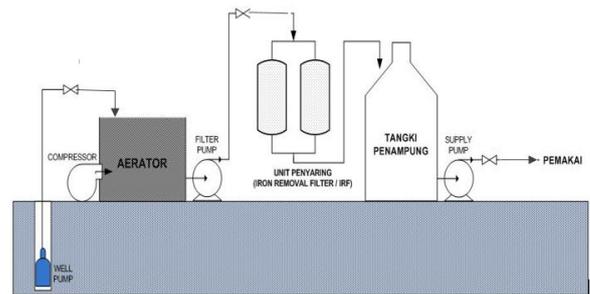


Gambar 11. Bentuk fisik dan konfigurasi pin IC74HC595 [5].

METODE PENELITIAN

Unit Pengolahan Air Bersih

Unit pengolahan air bersih memiliki beberapa bagian yang setiap bagiannya memiliki peralatan yang akan dikendalikan sesuai dengan kebutuhan operasional. Diagram alir unit pengolahan air bersih diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram alir unit pengolahan air bersih.

a. Sumur/sumber air

Sumur merupakan Sumber air yang berasal dari bawah tanah yang dipompakan oleh sebuah pompa rendam (*submersible pump*) menuju *aerator*.

b. *Aerator*

Aerator merupakan unit pertamapengolahan air baku dimana air tersebut akan ditampung dalam sebuah tanki untuk proses aerasi yaitu air akan dikontakkan dengan udara yang dikompresikan oleh sebuah kompressor.

c. Penyaring/IRF unit

Penyaring (*Iron removal filter/IRF*), terdapat sepasang IRF yang dipergunakan untuk melakukan proses filtrasi yaitu proses penyaringan air dari pengotor yang masih terikut dari proses sebelumnya. Setelah melalui proses filtrasi air tersebut ditampung dalam sebuah tangki penampungan air bersih.

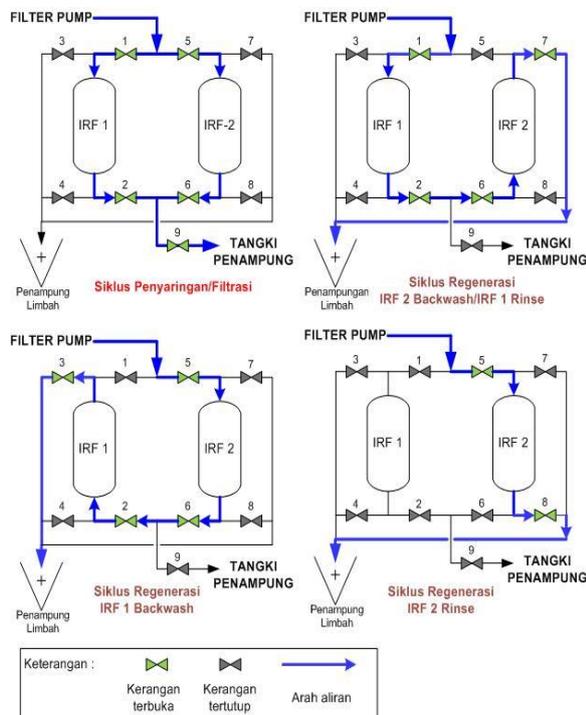
Karena dalam waktu tertentu IRF akan jenuh dalam waktu tertentu dalam menyaring

pengotor, maka dilakukan proses regenerasi dengan jalan mencuci balik/counter flow IRF tersebut. Gambar 13 memperlihatkan siklus serta waktu yang akan dibutuhkan oleh IRF unit pada saat beroperasi untuk mengolah air bersih.



Gambar 13. Diagram siklus dan waktu operasi unit IRF.

Konfigurasi kerangan IRF dan diagram alir pada siklus penyaringan (proses filtrasi) dan siklus regenerasi dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram alir dan konfigurasi kerangan IRF.

Dalam pengoperasian IRF unit terdapat tiga mode yang masing-masing dapat diaktifkan menyesuaikan dengan keperluan operasional proses pengolahan air bersih yang dilakukan.

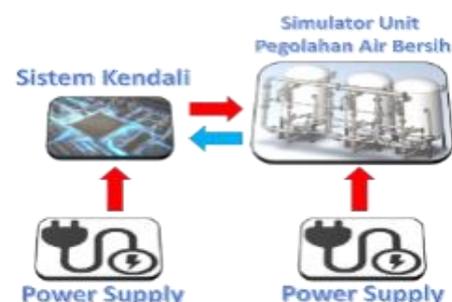
1. Mode Block in adalah awal pada saat unit IRF akan dioperasikan, dalam mode ini semua kerangan dalam posisi tertutup..
2. Mode Manual adalah mode yang harus dimasukkan apabila IRF unit akan dioperasikan. Dalam mode ini IRF unit dapat diposisikan ke salah satu siklus yang ada dalam Gambar 14.
3. Mode Auto adalah mode dimana IRF unit akan memindah siklus yang akan dilakukan secara otomatis. Pemindahan siklus IRF unit berdasarkan pada waktu.

d. Tangki penampungan air bersih

Tangki penampungan air bersih merupakan wadah air bersih dikumpulkan sebelum dipompakan oleh Pompa *Supply* untuk dialirkan kepada para konsumen atau pemakai.

Sistem Kendali Unit Pengolahan Air Bersih

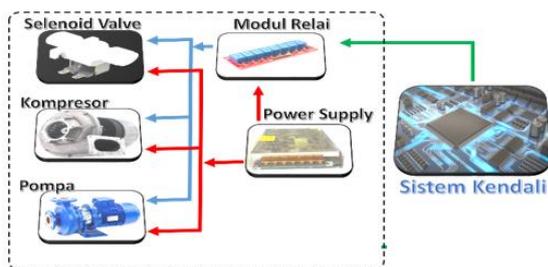
Gambar 15. adalah gambar blok diagram sistem kendali unit pengolahan air bersih. Sistem kendali unit pengolahan air bersih terdiri dari tiga bagian yaitu bagian sistem kendali, simulator unit pengolahan air bersih, serta *power supply*.



Gambar 15. Blok diagram sistem kendali unit pengolahan air bersih.

1. Simulator unit pengolahan air bersih adalah sebuah miniatur unit pengolahan air bersih yang berisi Peralatan adalah motor pompa, *blower*, dan *selenoid valve*.
2. Sistem kendali adalah bagian yang merupakan antarmuka bagi para operator untuk mengendalikan unit pengolahan air bersih.
3. *Power supply* adalah sebuah unit pemberi tenaga listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronik agar dapat bekerja.

Blok diagram peralatan simulator unit pengolahan air bersih ditunjukkan oleh Gambar 16. Beberapa peralatan yang akan dikendalikan atau diambil datanya oleh bagian sistem kendali.



Gambar 16. Blok diagram peralatan unit simulator pengolahan air bersih.

a. Pompa dan *blower*

Pompa dan kompresor dihubungkan dengan relai masing-masing. Setiap relai dioperasikan dengan menggunakan dua tombol *Run/Stop* pada *display* unit pengendali.

b. *Selenoid valve*

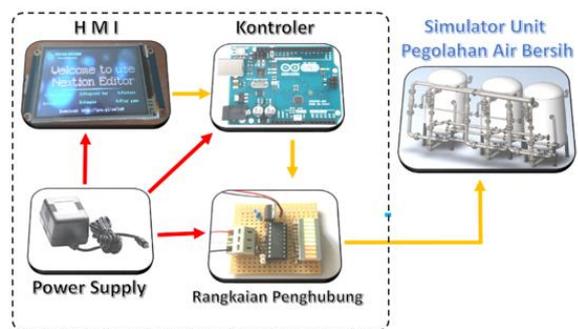
Sama halnya seperti pompa dan kompresor, *Selenoid valve* dihubungkan dengan relai masing-masing, hanya saja semua *Selenoid valve* akan bekerja sesuai dengan kondisi operasi IRF unit dan untuk kondisi operasi IRF unit akan terlihat pada *display* unit pengendali.

c. *Power supply*

Power supply pada bagian ini akan memberikan tegangan listrik yang dibutuhkan oleh peralatan tersebut di atas.

Unit Sistem Kendali

Sistem kendali merupakan pusat dari pengendalian proses pengolahan air bersih. Gambar 17 menunjukkan blok diagram unit sistem kendali dari proses pengolahan air bersih.



Gambar 17. Blok diagram unit sistem kendali proses pengolahan air bersih.

a. HMI

Berupa sebuah *display* dengan layar sentuh *nextion* dengan ukuran 4.3 Inchi. Dalam sistem kendali, bagian HMI bertindak sebagai *master* dari unit ini.

b. Kontroler (Arduino)

Dengan menggunakan sebuah arduino uno R3, bagian kontroler memproses perintah yang berasal dari HMI yang akan diteruskan ke simulator unit pengolahan air bersih.

c. Rangkaian penghubung

Bagian ini merupakan bagian yang menjembatani antara sistem kendali serta *simulator* unit pengolahan air bersih. Komunikasi antara sistem kendali dan *simulator* seluruhnya melalui bagian ini.

d. *Power supply*

Unit *power supply* ini memberikan sumber tenaga pada semua bagian sistem kendali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

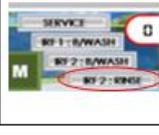
HMI Nextion

Uji coba *HMI* bertujuan untuk mengetahui kinerja *HMI* dalam menampilkan kondisi proses, status peralatan, serta cara *HMI nextion* berkomunikasi dengan *Arduino uno* dalam mengoperasikan proses pengolahan air bersih.

Pengujian dilakukan dengan jalan mengaktifkan *Nextion* kemudian melakukan pengamatan terhadap respon tombol dan indikasi pada layar *touchscreen nextion*. Hasil pengamatan akan dimasukkan kedalam tabel-tabel tersedia.

Hasil pengujian kendali siklus *IRF* unit ditunjukkan oleh Tabel 4, hasil pengujian kendali proses *IRF* unit ditunjukkan oleh Tabel 5, dan Hasil Pengujian kendali pompa dan kompresor ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 4. Hasil Pengujian kendali siklus unit *IRF*.

No.	Tombol	Tampilan Indikasi Siklus IRF	Kode ASCII yang dikirim (Hex)
1	IRF unit Service		32
2	IRF 1 Backwash		33
3	IRF 2 Backwash		34
4	IRF 2 Rinse		35

Tabel 5. Hasil Pengujian kendali proses unit *IRF*.

No.	Tombol	Indikasi proses IRF	Keterangan
1	Block in "B"		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tombol pada siklus <i>IRF</i> tidak dapat diaktifkan dan indikator tidak menunjukkan indikasi apapun. ✓ Pada posisi ini tombol "Auto" tidak ditampilkan. ✓ <i>Nextion</i> akan mengirim data "31"(Hex). ✓ <i>Timer</i> akan berhenti menghitung mundur dan menunjukkan angka "0 : 0 : 0".
2	Manual "M"		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tombol dan indikasi siklus <i>IRF</i> dapat diaktifkan. ✓ Pada saat tombol siklus <i>IRF</i> diaktifkan, <i>Timer</i> menunjukkan waktu suatu siklus berlangsung tetapi tidak aktif. Dalam posisi ini tombol <i>auto</i> "A" ditampilkan.
3	Auto "A"		<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Timer</i> akan menghitung mundur, berdasarkan waktu siklus <i>IRF</i> yang telah diaktifkan. ✓ Apabila penunjukan angka pada <i>timer</i> adalah "0 : 0 : 0" maka indikasi siklus akan berubah pada siklus berikutnya.

Tabel 6. Hasil Pengujian kendali pompa dan kompresor.

No.	Tombol	Tampilan indikasi siklus IRF	Kode ASCII yang dikirim (Hex)
Well Pump			
1	ON		36
	OFF		61
IRF Pump			
2	ON		37
	OFF		62
Supply Pump			
3	ON		38
	OFF		63
Kompresor			
4	ON		39
	OFF		64

Komunikasi Serial dan Shift Register

Ujicoba Komunikasi serial dan *shift register* bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara *mikrokontroler arduino uno* memproses data yang telah diberikan oleh *HMI Nextion*. Optimasi pin-pin *arduino* adalah dengan cara menggunakan 3 pin *arduino* untuk mengendalikan 8 output dengan menggunakan IC *shift register 74HC595*.

Kendali proses *IRF* unit dalam kondisi manual kemudian setiap tombol siklus *IRF* akan diaktifkan satu persatu. Respon dari ujicoba ini akan terlihat pada Indikasi LED 8 Bit.

Tabel 7. Hasil pengujian Komunikasi serial dan shift register.

No.	Tombol	Indikasi LED 8 Bit (Binner)								Gambar Tampilan Indikasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	IRF unit Service	1	1	0	0	1	1	0	0	
2	IRF 1 Backwash	0	1	1	0	1	1	0	0	
3	IRF 2 Backwash	1	1	0	0	0	1	1	0	
4	IRF 2 Rinse	0	0	0	0	1	0	0	1	

Relay dan Simulator Unit Pengolahan Air Bersih

Ujicoba dilakukan dengan cara menekan tombol-tombol pengendali pada layar *HMI*. Pengambilan data dilakukan dengan jalan memperhatikan indikasi LED pada board - board relay, solenoid, pompa dan kompresor. Tabel 8. menunjukkan hasil pengujian relay dan solenoid kendali IRF, dan Tabel 9. menunjukkan hasil pengujian relay, pompa, dan kompresor.

Tabel 8. menunjukkan hasil pengujian relay dan solenoid kendali IRF.

No.	Tombol	Indikasi Solenoid dan Board Relay								Gambar Indikasi Simulator	
		1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	IRF unit Service	1	1	0	0	1	1	0	0	1	
2	IRF 1 Backwash	0	1	1	0	1	1	0	0	0	
3	IRF 2 Backwash	1	1	0	0	0	1	1	0	0	
4	IRF 2 Rinse	0	0	0	0	1	0	0	1	0	

Tabel 9. Hasil pengujian relay, pompa, dan kompresor.

No.	Tombol	Tampilan Indikasi Relay	Tampilan Simulator
<i>Well Pump</i>			
1	ON		
	OFF		
<i>IRF Pump</i>			
2	ON		
	OFF		
<i>Supply Pump</i>			
3	ON		
	OFF		
<i>Compressor</i>			
4	ON		
	OFF		

Pembahasan Hasil Pengujian

Pada pengujian *HMI* dapat dilihat pada perintah yang ada dalam *hotspot* yang ada dalam siklus *Backwash* (Tabel 3.11 kolom *m1*):

```
//button A visualized
Baris 1 :      vis A,1
//set IRF 1 Backwash
indicator
Baris 2 :      vis SERVICE,0
Baris 3 :      vis BW1,1
Baris 4 :      vis BW2,0
Baris 5 :      vis RINSE2,0
//Set number value
Baris 6 :      n0.val=0
Baris 7 :      n1.val=15
Baris 8 :      n2.val=59
//timer 1 activated
Baris 9 :      tm0.en=0
Baris 10 :     tm1.en=1
Baris 11 :     tm2.en=0
Baris 12 :     tm3.en=0
//send data to arduino
Baris 13 :     print "3"
```

Pada baris 2 sampai baris 5 adalah perintah yang diberikan untuk menampilkan atau tidak menampilkan sebuah objek. Dengan keterangan sebagai berikut (pada baris 2):

- Vis* adalah perintah yang akan dilakukan.
- SERVICE* adalah nama obyek yang akan dieksekusi.
- 0 adalah perintah untuk tidak menampilkan dan 1 adalah perintah untuk menampilkan.

Program untuk mengirimkan kode *ASCII* pada *Mikrokontoller* melalui komunikasi serial terdapat pada Baris 13, yaitu dengan menggunakan perintah "*Print*".

Pada baris 6 dan 8 merupakan program perintah yang menunjukkan lamanya waktu yang dilewati oleh *IRF* dalam sebuah siklus. *Toolbox* berupa "*number*" digunakan dalam hal ini. Dimana "*n0*" menunjukkan jam",

"*n1*" menunjukkan menit, dan "*n2*" menunjukkan detik.

Otomatisasi siklus *IRF* dapat berjalan dengan menggunakan fungsi *timer* yang ditambahkan pada program *HMI*. Terdapat 4 *timer*, masing-masing tombol siklus *IRF* memiliki *timer*.

Timer pada *HMI* ini akan menghitung mundur dari penunjukan detik "*n2*", lalu ke penunjukan menit "*n1*" kemudian penunjukan jam "*n0*". Pada saat semua penunjukan adalah "00:00:00" maka siklus *IRF* berganti pada siklus selanjutnya.

Timer dapat diaktifkan pada saat kondisi proses berjalan "*AUTO*". Pada proses ini, semua *timer* diaktifkan dapat dilihat pada Tabel 4.8 kolom A:

```
//timer Activated
vistm0,1
vistm1,1
vistm2,1
vistm3,1
```

Semua *timer* hanya diaktifkan tetapi tidak semua *timer* akan berjalan menghitung mundur. *Timer* yang berjalan hanya *timer* yang berada pada *hotspot* siklus yang telah dipilih pada kondisi proses berjalan manual.

Pada tombol kendali pompa dan kompresor memanfaatkan *toolbox button* yang program perintahnya hampir sama dengan tombol kendali siklus *IRF*, hanya saja indikasinya diletakkan secara terpisah. Perintah yang dibuat Untuk memberikan kode *ASCII* pada *mikrokontroler* adalah sama dengan perintah yang dibuat pada tombol kendali siklus *IRF*. Sebagai contoh dapat dilihat pada program pengendalian *well pump* (Tabel 3.11 kolom M6 dan M7) dibawah ini:

Program pada M6 (menyalakan *well pump*):

```
//set Run inidication
visWP,1
//send data to arduino
print"6"
```

Program pada M7 (mematikan *well pump*) :

```
//set Stop indication
visWP,0
//send data to arduino
print"a"
```

Untuk menentukan *pin-pin arduino* yang mengendalikan *IC 74HC595* maka pada program arduino dituliskan perintah seperti dibawah ini:

```
int latchPin=9;//sambungkan
ke ST_CP IC 74HC595
int clockPin=10;//sambungkan
ke SH_CP IC 74HC595
int dataPin=8;//sambungkan
ke DS IC 74HC595
serta perintah lainnya yaitu
pinMode(latchPin,OUTPUT);
pinMode(clockPin,OUTPUT);
pinMode(dataPin,OUTPUT);
```

Pada perintah diatas dapat diinisialisasi bahwa:

- Pin 9 *arduino uno* adalah *output latch pin* yang akan dihubungkan dengan pin *ST_CP* atau kaki ke-12 pada *IC 74HC595*.
- Pin 10 *arduino uno* adalah *output clock pin* yang akan dihubungkan dengan pin *SH_CP* atau kaki ke-11 pada *IC 74HC595*.
- Pin 8 *arduino uno* adalah *output data pin* yang akan dihubungkan dengan pin *SH_CP* atau kaki ke-14 pada *IC 74HC595*.

Dikarenakan data yang akan diolah oleh program *arduino* berasal dari *nextion HMI* maka perlu dibuat program atau penambahan *library* agar *arduino* dapat mengenali bahasa dan data yang akan dikirim. Berikut adalah program yang telah dibuat untuk melakukan hal tersebut:

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Nextion.h>
```

Serta program lainnya yaitu:

```
Baris 1 : SoftwareSerial
          nextion(2, 3); //
          Nextion TX to pin 2
          and RX to pin 3 of
          Arduino
Baris 2 : Nextion
          myNextion(nextion,
          9600); //create a
          Nextion object named
          myNextion using the
          nextion serial port @
          9600bps
```

Program pertama ([SoftwareSerial.h](#)) adalah menambahkan *library* pemindahan komunikasi *serial* pada *arduino* yang umumnya pada pin 0 sebagai *RX* dan pin 1 sebagai *TX*, maka kali ini akan dipindahkan pada pin 2 sebagai *TX* dan pin 3 sebagai *RX*. Hal ini dilakukan pada program baris 1.

Program kedua ([Nextion.h](#)) adalah menambahkan *library HMI nextion* pada *arduino uno*.

Setelah melakukan pengaturan pada komunikasi antara *Nextion HMI* dengan *mikrokontroler Arduino Uno* serta *IC shift Register (74HC595)*. Proses pembacaan data dari *HMI Nextion* dilakukan dengan membuat program sebagai berikut:

```
Baris 1 : String message =
          myNextion.listen();
          //check for message
Baris 2 : if(message != ""){
          // if a message is
          received...
Baris 3 : Serial.println(messa
          ge); //...print it out
```

Dalam proses pembacaan data pada program baris 1, *Arduino* memonitor data yang diberikan oleh *Nextion* berupa data *ASCII Hexadesimal*. Data tersebut dapat ditampilkan dalam *serial monitor IDE* (perintah pada baris 3). Data yang telah didapat dibandingkan dengan program perintah yang telah dibuat (perintah pada baris 2). Sebagai contoh program perintah

yang dibuat adalah *IRF* dalam posisi *service*, yaitu:

```
Baris 1 : else if (message ==
           "2"){ // if a
           message is
           received...
Baris 2 : Serial.println("Serv
           ice");
Baris 3 : digitalWrite(latchPi
           n, LOW);
Baris 4 : shiftOut(dataPin, clo
           ckPin, MSBFIRST, 51);
Baris 5 : digitalWrite(latchPi
           n, HIGH);
```

Dalam posisi *IRF service* atau pada saat tombol *Service* aktif (Tabel 5.1) data yang dikirim oleh *Nextion HMI* adalah kode *ASCII hexadecimal* "32". Kode tersebut terbaca kedalam bentuk *ASCII Character* oleh *arduino uno*, yaitu "2".

Berdasarkan perencanaan pada program bahwa *character* "2" merupakan program untuk memposisikan *IRF* dalam posisi *Service*. Program ini dapat dilihat pada baris 1. Baris 2 sampai dengan baris 5 adalah perintah yang diberikan untuk mengkondisikan *IRF* dalam kondisi *service*.

Baris 2 pada perintah tersebut adalah untuk menampilkan posisi *IRF* pada *serial monitor IDE*, dalam hal ini *IRF* dalam kondisi "service". Perintah pada baris ketiga adalah perintah untuk memberikan *logic* "0" pada *latch pin IC shift register*. Baris ke empat adalah perintah untuk memberikan sinyal *clock*, mengaktif dan memberikan data serta menentukan data biner mana yang terlebih dahulu dikeluarkan dari pin data *arduino* menuju ke *IC shift register*. Baris ke lima perintah yang dikeluarkan oleh *arduino* untuk memberikan *logic* "1" pada pin *Latch/ST_CP* pada *IC Shift register*.

Cara kerja *IC shift register* dalam memproses data dan perintah sesuai dengan program *arduino* adalah sebagai berikut:

- Pada perintah baris ketiga, *logic* yang dikirim pada *latch pin* adalah "0" maka semua *output IC* dalam kondisi sesuai

dengan data yang sebelumnya. Dalam posisi ini data yang dikirim oleh *arduino* masuk kedalam *register IC*.

- Perintah pada baris ke empat, *arduino* akan mengaktifkan *pin data* dan *pin clock* sekaligus mengirimkan sinyal *clock*, Dalam hal ini data yang dikirim adalah "51" atau dalam bilangan biner 00110011b dan data biner yang didahulukan adalah *MSB*.
- Perintah pada baris ke lima adalah mengeluarkan data dari register menuju *pin-pin output IC shift register* dengan cara memberikan *logic* "1" pada *latch pin IC* tersebut.

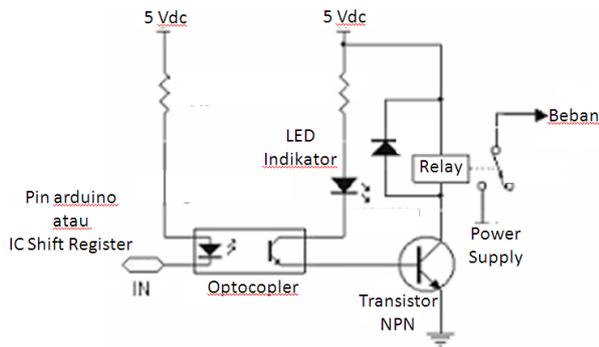
Pengendalian *relay* yang digunakan dalam rancang bangun ini adalah *relay* akan aktif pada saat diberikan *logic* "0" pada inputnya dan sebaliknya akan dalam kondisi *off* pada saat diberikan *logic* "1". Hal ini sangat berpengaruh pada data dari program *arduino* yang dikeluarkan oleh *IC shift register* dengan indikasi *LED* 8 bit.

Hal tersebut terdapat dalam uji coba telah dilakukan, sebagai contoh *IRF* dalam posisi *Service*. Setiap bit dari indikasi *LED* 8 bit adalah kebalikan dari *Output IC shift register*.

Dari hasil pengujian relay dan simulator, data yang diolah oleh *HMI* dan *mikrokontroler arduino uno* dapat dengan baik mengendalikan *relay-relay* yang ada dalam *simulator*.

Berikut penjelasan cara kerja *relay* dalam merespon data yang diberikan oleh *arduino uno* atau *IC shift register 74HC595*. Data yang akan diberikan pada relay adalah "0" dan "1", dimana *logic* 0 berarti *pin input relay* akan diberikan tegangan 0 Vdc sedangkan *logic* 1 berarti *pin input relay* akan diberikan tegangan 5 Vdc (Gambar 19).

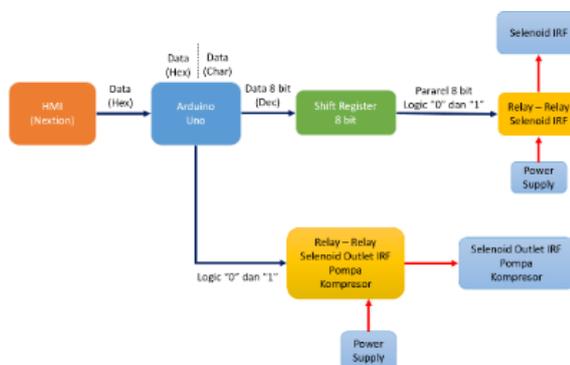
Dapat dilihat pada gambar di atas, saat input *driver relay* diberikan *logic* 1, maka arus tidak dapat mengalir untuk membuat *LED* pada *optocoupler* menyala, sehingga mengakibatkan *optocoupler* tidak bekerja. Hal ini dikarenakan tidak ada perbedaan potensial antara kaki-kaki *LED* tersebut.



Gambar 19. Rangkaian driver relay.

Sedangkan pada saat *pin input driver relay* diberikan *logic 0*, maka tercipta beda potensial antara kaki-kaki *LED* sehingga *optocoupler* bekerja mengalirkan arus pada *transistor NPN*. Bersamaan dengan hal tersebut *LED indikator* akan menyala. Dengan aktifnya *optocoupler* maka kaki basis pada *transistor* mendapatkan tegangan positif, hal ini membuat *transistor* mengalirkan arus yang ada pada kaki *colector* menuju kaki *emitor*. Dalam kondisi tersebut *relay* aktif sehingga beban (*solenoid*, pompa, dan kompresor) akan terhubung dengan sumber tenaga (*Power supply*).

Secara keseluruhan hasil percobaan yang telah dilakukan, semuanya berkaitan erat dengan pengolahan data dari *HMI*, *Arduino Uno* dan *Shift Register*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Blok diagram pengolahan data.

Pada saat tombol-tombol pada *display HMI* diaktifkan maka akan ada data yang dikirim pada *arduino* melalui komunikasi

serial. Data tersebut dalam bentuk bilangan *Hexadecimal*. Data yang diterima oleh *arduino* akan dikonversikan kedalam bentuk *Character*, data ini dinamakan *inisial data*.

Inisial data adalah data yang akan digunakan oleh *arduino* untuk menentukan perintah mana yang akan diproses selanjutnya. Keseluruhan komunikasi data mengacu pada daftar kode *ASCII (American Standart Code for Information Interchange)*.

Apabila proses yang telah dipilih berhubungan dengan pengendalian *IRF* unit, maka data akan dikirim terlebih dahulu melalui *IC shift register /74HC595* (Optimalisasi penggunaan *pin-pin Arduino*). Data akan dikirim secara serial dalam bentuk bilangan *decimal* (8 bit bilangan *binner*). Data output dari *IC Shift register* adalah 8 bit bilangan *binner* yang dikeluarkan secara paralel melalui *pin-pin output IC* tersebut. *Logic – Logic* yang dibentuk dari kombinasi bilangan *binner* 8 bit dari keluaran *IC* ini akan mengendalikan *relay* untuk memutuskan atau menghubungkan beban atau *solenoid* dengan *power supply*.

Apabila proses yang dipilih berhubungan dengan pengendalian pompa dan kompresor maka *arduino* akan langsung memeberikan *logic “0”* atau *“1”* pada *pin-pin* yang terhubung dengan *relay-relay* yang mengendalikan pompa atau kompresor.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. HMI Nextion NX4827T043_011R yang diprogram dengan *nextion editor* menggunakan bahasa C dapat memenuhi diskripsi kerja unit pengolahan air bersih yang meliputi pengendalian pompa, kompresor, dan *IRF* .
2. Komunikasi antara HMI Nextion dan Mikrokontroller Arduino Uno R3 dapat dilakukan secara serial.
3. Optimalisasi penggunaan *pin-pin output* *arduino* dapat dilakukan dengan cara

- memanfaatkan *IC shift register* 74HC595.
4. Secara keseluruhan dari percobaan, rangkaian pengendali dapat memenuhi deskripsi kerja unit pengolahan air bersih yang ada dalam lingkungan PT Badak LNG.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasan. *Aplikasi Sistem Kontrol Optimal dalam Reaktor Nuklir*. Elektro Indonesia, Edisi ke Dua Belas; 1998.
- [2] PT. Badak LNG. *Operation Manual Book - Book 8 Water Treatment Plant*. Bontang: PT Badak LNG; 2014.
- [3] <https://nextion.itead.cc>. (Accessed 12 02 2017).
- [4] Budi S. 2013. <http://www.info-elektro.com/2013/03/shift-register-register-geser.html> (Accessed 30 08 2017).
- [5] <https://www.arduino.cc>. (Accessed 30 01 2017).