

## Simulasi Pengisian Air Ketel Menggunakan Rangkaian IC Gerbang Logika Dasar Sesuai di MV. Tanto Setia

Kurniawan<sup>a</sup>, Wahyudiono A<sup>b</sup>, Purwantini S<sup>c</sup>

<sup>abc</sup>Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

<sup>a</sup>Email: 104.ardhikurniawan@gmail.com

<sup>b</sup>Email: awahyudiono64@gmail.com

<sup>c</sup>Email: purwantinisri66@gmail.com

### ABSTRAK

*Sebuah sistem pengendalian diperlukan untuk mengisi air di dalam ketel. Sistem pengendalian ini menggunakan rangkaian integrated circuit gerbang logika dasar. Terdapat berbagai langkah untuk membuat sistem pengendalian pengisian air ketel. Sistem pengendalian ini akan disimulasikan menggunakan rangkaian integrated circuit yang dapat dijalankan secara otomatis dan manual. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui cara pembuatan simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian integrated circuit gerbang logika dasar yang dapat dioperasikan secara manual ataupun otomatis seperti di kapal MV.Tanto Setia. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif untuk menggambarkan dan menguraikan proses pembuatan alat simulasi pengisian air ketel serta teori-teori yang berhubungan dengan pengendalian alat tersebut. Eksperimen dan pengamatan secara langsung dilakukan dalam proses pembuatan pengendalian alat agar sesuai yang diharapkan. Hasil pembuatan simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian IC NOR 4001. Pengisian air ketel ini di pengaruhi oleh sensor water level. Tetapi sensor tak berpengaruh jika pengendalian mode manual. Rangkaian menggunakan integrated circuit gerbang logika dasar lebih sederhana dan cepat dimengerti bagi pemula.*

**Kata kunci :** Simulasi, Gerbang logika, MV.Tanto Setia

### ABSTRACT

*Filling up water for boiler need a control system for fill up the water into the boiler. This control system using integrated circuit with the logic gates. there is some way for make the control system for boiler water fill up. This control system will be simulated using the integrated circuit that can operated by manual or auto. The purpose of this study is knowing how to make boiler water filling up simulation using integrated circuit logic gates that can operated by manual or auto like in the MV.Tanto Setia. Study methodes that we use is descriptive method for describe and explain the process of make the simulation toolsfor boiler water fill up also the theory that connect with controlling the tools. Experiments and savings are directly carried out in the process of making tool control to match what is expected. The result of this simulation using circuit IC NOR 4001 Boiler water fill up effected by water level sensor. But the sensor will not effect if the control put to manual mode. The integrated circuit more easy to understand for the beginner.*

**Keywords :** Simulation, Logic gate, MV.Tanto Setia

### I. PENDAHULUAN

Ketel uap adalah sebuah bejana tertutup pembentuk uap pada tekanan lebih besar dari 1 atmosfer atau 1 bar. Apabila air dipanaskan di dalam tabung tertutup tersebut oleh gas-gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan

bakar dalam dapur ketel, maka uap-uap panas bertekanan tinggi akan dihasilkan. Hasil ketel uap adalah uap yang bertekanan tinggi dan panas yang cukup tinggi (Jusak; 2016).

*Boiler* (ketel uap) adalah suatu alat (mesin) yang berfungsi untuk

pembangkit tenaga, adapun jenisnya ada tiga yaitu ketel pipa air, ketel pipa api dan ketel kombinasi. Untuk membangkitkan uap ketel ini terdiri dari beberapa bagian dimana tiap bagian mempunyai fungsi berbeda. *Boiler* sebagai alat penukar kalor yang harus memenuhi syarat primer, yaitu ketel uap harus dapat menyediakan sebanyak mungkin dengan tekanan dan suhu tertentu yang telah ditentukan serta dalam penggunaan bahan bakar harus bisa serendah mungkin (Murni; 2012)

Saat beroperasi ketel ini harus selalu terisi air di dalamnya. Jangan sampai saat pengisian air melebihi batas maksimal karena hal ini akan mempengaruhi produksi uap pada ketel tersebut. Pengisian air ketel menggunakan pompa yang digerakkan oleh motor listrik. Cara kerja pengisian air ketel adalah menerima permintaan atau intruksi dari pengguna untuk menggerakkan pompa. Dengan adanya permintaan dari pengguna maka dibutuhkan perancangan alat kendali pengisian air ketel. Untuk memahami prinsip perancangan diperlukan adanya pemahaman teori-teori dasar yang terbentang dari elektronika dasar, rangkaian analog, rangkaian digital. Pada pendesain rangkaian digital terdapat pula bagian-bagian ilmu yang harus dikuasai seperti sistem bilangan gerbang logika. Gerbang logika dasar adalah gerbang yang memiliki 2 *input* (masukan) dan 1 *output* (keluaran) (Helmi dan Ikhsan; 2017).

Suatu rangkaian terpadu (*integrated circuit*) adalah sebuah kristal silikon kecil yang disebut chip mengandung komponen elektronika seperti transistor, dioda, resistor, dan kapasitor. Komponen itu saling dihubungkan dalam chip membentuk suatu rangkaian listrik tertentu (Beauty, et al; 2009)

Perangkaian gerbang logika dasar dengan simulasi dapat membantu dalam pembuktian teori-teori yang ada (Ikhsan, dan Siti; 2018). Gerbang logika AND dan OR tersedia dalam kemasan sebagai *integrated circuit*. Tata letak pin

*integrated circuit*, tipe gerbang logika dan spesifikasi teknik semuanya termuat dalam manual data logika yang disediakan oleh pabrik pembuat dari *integrated circuit* tersebut.

Terdapat 7 jenis gerbang logika dasar yang membentuk sebuah sistem elektronika digital yaitu gerbang AND, gerbang OR, gerbang NOT, gerbang NAND, gerbang NOR, gerbang X-OR, dan gerbang X-NOR. (Wijaya; 2006).

Resistor disebut juga dengan tahanan atau hambatan, berfungsi untuk menghambat arus listrik yang melawatnya. Satuan harga resistor adalah Ohm. ( $1 \text{ M}\Omega$  (*mega ohm*) = 1000  $\text{K}\Omega$  (*kilo ohm*) =  $10^6 \Omega$  (ohm)) (Willem; 2013).

Resistor ada dua jenis, ada yang termasuk jenis karbon, ada yang dengan kabel. Keduanya tujuannya sama, perbedaan terletak pada jumlah watt yang dapat mereka tangani tanpa terbakar. Pada sirkuit transistor kita lebih banyak bekerja dengan resistor karbon karena arus pada kebanyakan sirkuitnya cukup rendah (Stanley; 2003).

Kondensator atau sering disebut sebagai kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday (Syaifi; 2017)

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui cara pembuatan simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian *Integrated Circuit* agar dapat dijalankan secara manual dan otomatis dan mengetahui cara pembuatan sistem alarm pada simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian *Integrated Circuit*.

## II. METODE

Penelitian dilakukan selama pembuatan model simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian *integrated circuit*, yakni terhitung tanggal 3 Oktober 2018 proses awal perancangan dan desain pembuatan model simulasi

tersebut sampai dengan 2 November 2019.

Desain penelitian yang dipakai dalam penelitian adalah eksperimen *One Shot Case Study* yaitu sebuah eksperimen yang dilaksanakan tanpa adanya kelompok pembanding dan juga tanpa tes awal (Suharsimi, 2009). Pada penelitian ini adanya suatu perlakuan (X) berupa perancangan dan pembuatan alat pengontrolan air pada ketel dan pengendalian pompa dengan menggunakan *integrated circuit* logika dasar, selanjutnya dilakukan pengukuran kinerja (O) dari alat tersebut.

Fokus dari penelitian ini adalah pembuatan sistem kendali pompa untuk simulasi pengisian air ketel. Lokus penelitian ini adalah laboratorium listrik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dan bengkel pribadi.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer didapatkan langsung dari sumbernya yaitu dengan cara pengamatan, pencatatan, serta wawancara dengan *crew* kapal MV. Tanto Setia. Sumber data sekunder didapat melalui buku-buku, dokumen-dokumen yang ada di kapal yang berkaitan dengan teknik digital dan teknik elektronika.

Teknik pengambilan data adalah cara pengumpulan data dengan memperoleh keterangan yang benar sehingga dapat dipertanggung jawabkan. Dalam penelitian ini teknik pengambilan data dengan pengukuran tegangan listrik.

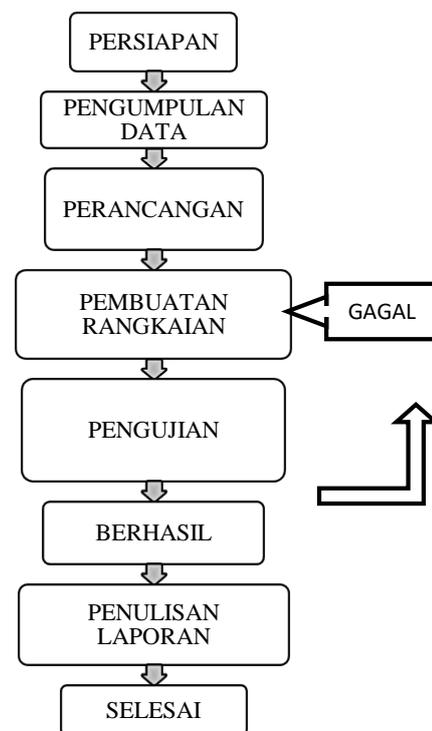
Setelah dilakukan pengambilan data dari alat yang dibuat, maka hasil pengukuran dimasukkan dalam tabel. Analisis ini dipakai untuk mengetahui bagaimana alat ini bekerja dengan baik, maka analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif.

Pada perancangan pembuatan rangkaian elektronika sering mengalami kendala yaitu tingkat kerumitan yang tinggi dan memerlukan ketelitian, pemahaman serta ketekunan yang tinggi

pula. Kesalahan dalam memasukan data bisa menyebabkan kegagalan total hasil rangkaian yang diharapkan.

Pada buku digital dan rancangan logika terdapat teori untuk perancangan rangkaian, terdiri dari beberapa komponen. Salah satunya adalah menggunakan rangkaian *integrated circuit* digital. Dengan berbagai kesulitan yang ada saat perancangan rangkaian dan penelitian maka pengumpulan data untuk pembuatan rangkaian elektronika ini dapat memberikan kemudahan dan pemahaman bagi peneliti untuk memberikan hasil akhir yang tepat dan akurat.

Gambar 1 menunjukkan alur piker penelitian mengenai gambaran obyek penelitian sebagai acuan dalam memecahkan masalah dan menguraikan simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian *integrated circuit* gerbang logika dasar.



Gambar 1. Alur Piker Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kaki pada *integrated circuit* saat kondisi air *low-low level* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Saat Kondisi Air  
*Low-low Level*

| Kaki | Tegangan |
|------|----------|
| 1    | 0        |
| 2    | 0        |
| 3    | 9,8      |
| 4    | 0,1      |
| 5    | 9,8      |
| 6    | 8,2      |
| 7    | 0,15     |
| 8    | 0        |
| 9    | 0,12     |
| 10   | 8,2      |
| 11   | N/A      |
| 12   | N/A      |
| 13   | N/A      |
| 14   | 9,9      |

Berdasarkan Tabel 1, kaki nomor 1 dan 2 adalah *input* yang memiliki besaran tegangan 0 Volt. Lalu *output* pada kaki nomor 3 memiliki besaran tegangan 9,8 Volt yang di teruskan menuju *input* kaki nomor 5 maka besaran tegangan pada kaki nomor akan sama bernilai 9,8 Volt. Kaki *input* nomor 6 memiliki besaran tegangan 8,2 Volt, kaki pada nomor 4 yang sebagai *output* menghasilkan besaran tegangan 0,1 Volt, kaki nomor 7 teganganya sebesar 0,15 Volt dihubungkan dengan *ground*. Kaki nomor 8 dan 9 adalah *input* dengan besaran tegangan 0 Volt dan 0,12 Volt menghasilkan tegangan *output* pada kaki nomor 10 sebesar 8,2 Volt sehingga arus listrik akan menuju ke transistor dan *relay* akan bergerak yang tadinya kondisi *open* menjadi *close* maka pompa akan beroperasi. Kaki nomor 14 bertegangan 9,9 Volt.

Hasil pengukuran kaki pada *integrated circuit* saat kondisi air *low level* dan menuju kondisi air *high level* dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, kaki nomor 1 dan 2 adalah *input* memiliki besaran tegangan 6,8 Volt lalu *output* pada kaki nomor 3 memiliki besaran tegangan 0,4 Volt yang di teruskan menuju *input* kaki nomor 5 maka besaran tegangan pada kaki nomor akan sama bernilai 0,4 Volt. Kaki *input* nomor 6 memiliki besaran tegangan 8,3 Volt, lalu kaki pada nomor 4 yang

sebagai *output* menghasilkan besaran tegangan 0,4 Volt. kaki nomor 7 teganganya sebesar 0,4 Volt dihubungkan dengan *ground*. Kaki nomor 8 dan 9 adalah *input* dengan besaran tegangan 0,3 Volt dan 0,4 Volt menghasilkan tegangan *output* pada kaki nomor 10 sebesar 8,3 Volt sehingga arus listrik akan tetap menuju ke transistor dan pompa masih beroperasi mengisi ketel. Kaki nomor 14 bertegangan 10 Volt. Hasil pengukuran kaki pada *integrated circuit* saat kondisi air *high level* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Saat Kondisi Air  
*Low Level Menuju Air High level*

| Kaki | Tegangan |
|------|----------|
| 1    | 6,8      |
| 2    | 6,8      |
| 3    | 0,4      |
| 4    | 0,4      |
| 5    | 0,4      |
| 6    | 8,3      |
| 7    | 0,4      |
| 8    | 0,3      |
| 9    | 0,4      |
| 10   | 8,3      |
| 11   | N/A      |
| 12   | N/A      |
| 13   | N/A      |
| 14   | 10       |

Berdasarkan Tabel 3, kaki nomor 1 dan 2 adalah *input* memiliki besaran tegangan 7,4 Volt lalu *output* pada kaki nomor 3 memiliki besaran tegangan 0,2 Volt yang diteruskan menuju *input* kaki nomor 5 maka besaran tegangan pada kaki nomor akan sama bernilai 0,2 Volt. Kaki *input* nomor 6 memiliki besaran tegangan 0,1 Volt, kaki pada nomor 4 yang sebagai *output* menghasilkan besaran tegangan 10,1 Volt.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Saat Kondisi Air High level

| Kaki | Tegangan |
|------|----------|
| 1    | 7,4      |
| 2    | 7,4      |
| 3    | 0,2      |
| 4    | 10,1     |
| 5    | 0,2      |
| 6    | 0,1      |
| 7    | 0,1      |
| 8    | 7,7      |
| 9    | 9,5      |
| 10   | 0,1      |
| 11   | N/A      |
| 12   | N/A      |
| 13   | N/A      |
| 14   | 10,6     |

Kaki nomor 7 tegangannya sebesar 0 Volt dihubungkan dengan *ground*. Kaki nomor 8 dan 9 adalah *input* dengan besaran tegangan 7,7 Volt dan 9,5 Volt. Tegangan *output* pada kaki nomor 10 menjadi 0 Volt sehingga arus listrik tidak akan menuju ke transistor dan *relay* akan bergerak yang tadinya kondisi *close* menjadi *open* maka pompa akan berhenti beroperasi. Kaki nomor 14 bertegangan 10,6 Volt.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kaki Integrated Circuit Saat Kondisi Air Menuju Low Level

| Kaki | Tegangan |
|------|----------|
| 1    | 7,2      |
| 2    | 7,2      |
| 3    | 0        |
| 4    | 9,6      |
| 5    | 0        |
| 6    | 0        |
| 7    | 0,1      |
| 8    | 0        |
| 9    | 9,6      |
| 10   | 0        |
| 11   | N/A      |
| 12   | N/A      |
| 13   | N/A      |
| 14   | 10,5     |

Berdasarkan Tabel 4, kaki nomor 1 dan 2 adalah *input* memiliki besaran tegangan 7,2 Volt lalu *output* pada kaki nomor 3 memiliki besaran tegangan 0

Volt yang diteruskan menuju *input* kaki nomor 5 maka besaran tegangan pada kaki nomor akan sama bernilai 0 Volt. Kaki *input* nomor 6 memiliki besaran tegangan 0 Volt, kaki pada nomor 4 yang sebagai *output* menghasilkan besaran tegangan 9,6 Volt. kaki nomor 7 tegangannya sebesar 0 Volt dihubungkan dengan *ground*. Kaki nomor 8 dan 9 adalah *input* dengan besaran tegangan 0 Volt dan 9,6 Volt. Maka tegangan *output* pada kaki nomor 10 sebesar 0 Volt sehingga arus listrik tetap tidak akan akan menuju ke transistor dan pompa masih belum beroperasi. Kaki nomor 14 bertegangan 10,5 Volt.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kaki Integrated Circuit Saat Kondisi Air Low Level Pompa Nyala Kembali

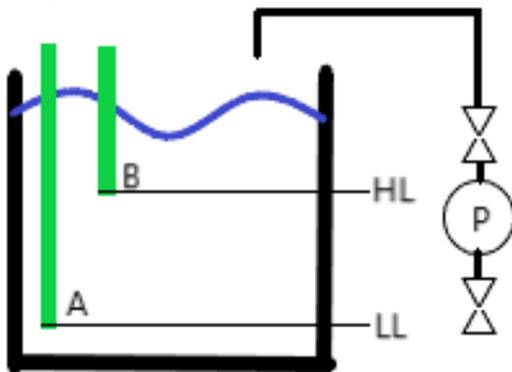
| Kaki | Tegangan |
|------|----------|
| 1    | 0        |
| 2    | 0        |
| 3    | 9,8      |
| 4    | 0,1      |
| 5    | 9,8      |
| 6    | 8,2      |
| 7    | 0,15     |
| 8    | 0,3      |
| 9    | 0,12     |
| 10   | 8,2      |
| 11   | N/A      |
| 12   | N/A      |
| 13   | N/A      |
| 14   | 9,9      |

Berdasarkan Tabel 5, kaki nomor 1 dan 2 adalah *input* yang memiliki besaran tegangan 0 Volt lalu *output* pada kaki nomor 3 memiliki besaran tegangan 9,8 Volt yang diteruskan menuju *input* kaki nomor 5 maka besaran tegangan pada kaki nomor akan sama bernilai 9,8 Volt. Kaki *input* nomor 6 memiliki besaran tegangan 8,2 Volt, kaki pada nomor 4 yang sebagai *output* menghasilkan besaran tegangan 0,1 Volt. kaki nomor 7 tegangannya sebesar 0,15 Volt dihubungkan dengan *ground*. Kaki nomor 8 dan 9 adalah *input* dengan besaran tegangan 0,3 Volt dan 0,12 Volt meghasilkan tegangan pada *output* di kaki nomor 10 sebesar 8,2 Volt sehingga arus listrik akan menuju ke transistor dan

relay akan bergerak yang tadinya kondisi *open* menjadi *close* maka pompa akan kembali beroperasi. Kaki nomor 14 bertegangan 9,9 Volt.

- a. Pembuatan simulasi pengisian air ketel menggunakan rangkaian *Integrated Circuit*

Alat ini dikendalikan oleh *integrated circuit* gerbang logika dasar. Terdapat 7 jenis gerbang logika dasar yang membentuk sebuah sistem elektronika digital yaitu gerbang AND, gerbang OR, gerbang NOT, gerbang NAND, gerbang NOR, gerbang X-OR, dan gerbang X-NO. Untuk menentukan *integrated circuit* mana yang paling cocok maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan gambaran logika menggunakan gambar dan tabel.



Gambar 2. Gambaran rencana menentukan logika

Keterangan gambar :  
A : Sensor *High Level*  
B : Sensor *Low Level*  
P : Pompa

Gambar 2 bertujuan untuk mempermudah menentukan *input* apa saja yang akan dimasukkan kedalam sistem pengendalian alat. Setelah mengetahui *input* yang dibutuhkan langkah selanjutnya membuat tabel kebenaran.

Tabel 6 Tabel Kebenaran

| A | B | P <sub>0</sub> | P <sub>1</sub> | Persamaan         |
|---|---|----------------|----------------|-------------------|
| 0 | 0 | 0              | 1              | $\underline{ABC}$ |
| 1 | 0 | 1              | 1              | $\underline{ABC}$ |
| 1 | 1 | 1              | 0              | ABC               |
| 1 | 0 | 0              | 0              | $\underline{ABC}$ |
| 0 | 0 | 1              | 1              | $\underline{ABC}$ |

Keterangan Tabel :

A : Sensor *High Level*  
B : Sensor *Low Level*  
P<sub>0</sub> : Pompa kondisi awal  
P<sub>1</sub> : Pompa kondisi akhir

Dari Tabel 6 kita mendapatkan persamaan dari pompa yang hasil akhirnya sama dengan 1. Persamaan tersebut yaitu :

$$Y = \underline{ABC} + \underline{ABC} + \underline{ABC}$$

Keterangan persamaan :  
Y : Hasil  
A : Sensor *High Level*  
B : Sensor *Low Level*  
C : Kondisi awal

Dari persamaan tersebut di atas, kemudian disederhanakan dengan K-Map 3 variabel, dimana K-map 3 variabel digunakan untuk persamaan  $Y = \underline{ABC} + \underline{ABC} + \underline{ABC}$  agar menjadi lebih ringkas dan dapat menentukan *integrated circuit* yang tepat.

Tabel 7 K-Map 3 Variabel

| A / BC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|--------|----|----|----|----|
| 0      | 1  | 1  | 0  | 0  |
| 1      | 0  | 1  | 0  | 0  |

Hasil penyederhanaan persamaan menggunakan K-Map 3 variabel yaitu :

$$Y = \underline{AB} + \underline{BC}$$

$$Y = \underline{B}(C + \underline{A})$$

Keterangan persamaan :  
Y : Hasil  
A : Sensor *High Level*  
B : Sensor *Low Level*  
C : Kondisi awal

Atau persamaan di atas dapat disederhanakan dengan menggunakan persamaan aljabar sebagai berikut :

$$Y = \underline{ABC} + \underline{ABC} + \underline{ABC}$$

$$Y = \underline{B(AC + AC + AC)}$$

$$Y = \underline{B(AC + C(A + A))}$$

$$Y = \underline{B(AC + C(1))}$$

$$Y = \underline{B(AC + C)}$$

$$Y = \underline{B(C + CA)}$$

$$Y = \underline{B(C + A)}$$

$$Y = \underline{B(A + C)}$$

Keterangan persamaan :  
Y : Hasil  
A : Sensor *High Level*  
B : Sensor *Low Level*  
C : Kondisi awal

Jadi hasil akhir penyederhanaan persamaan  $Y = \underline{ABC} + \underline{ABC} + \underline{ABC}$  menggunakan persamaan aljabar yaitu  $Y = \underline{B(A + C)}$ .

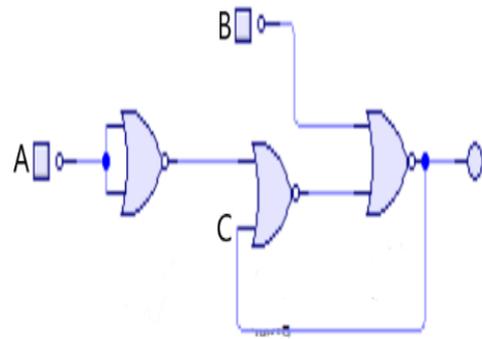
Pengubahan persamaan  $Y = \underline{B(A + C)}$  akan dijabarkan ke gerbang logika lain sebagai berikut :

$$\underline{B(A + C)} = \underline{B(A + C)}$$

$$\underline{B(A + C)} = \underline{\underline{B + A + C}}$$

Hasil konversidari persamaan  $Y = \underline{B(A + C)}$  menjadi persamaan bentuk lain yaitu  $Y = \underline{\underline{B + A + C}}$ .

Persamaan  $Y = \underline{\underline{B + A + C}}$  ini jika di aplikasikan ke dalam gerbang logika NAND menjadi seperti berikut :



Gambar 4 Rangkaian persamaan

$$Y = \underline{\underline{B + A + C}}$$

Keterangan :

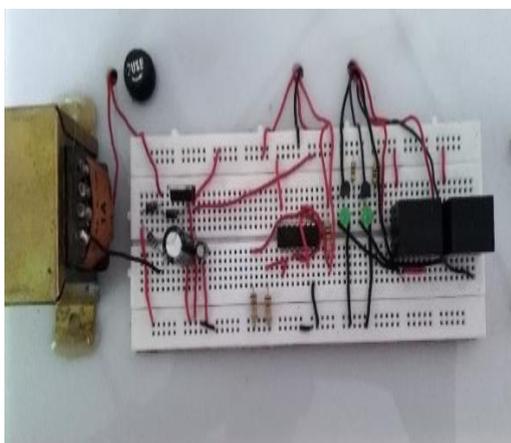
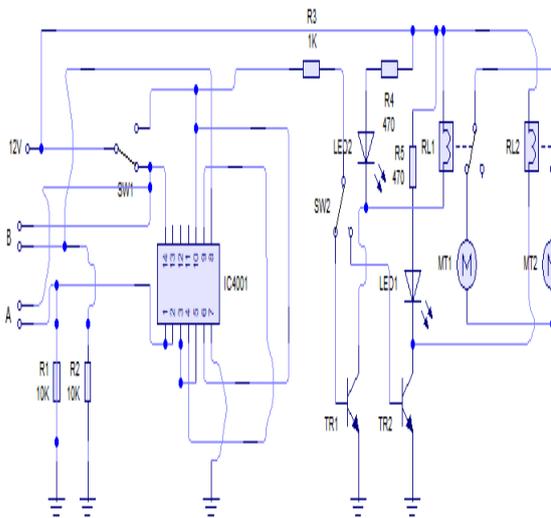
A : *Input low water level*  
B : *Input high water level*  
C : *Input kondisi awal dan akhir*

Menggunakan gerbang NOR hanya membutuhkan 3 gerbang logika, tentunya dari persamaan  $Y = \underline{\underline{B + A + C}}$  bisa menggunakan 1 *integrated circuit* saja yaitu IC4001 tentunya hal ini akan lebih efisien dalam rangkaiannya. Setelah mendapatkan rangkaian *integrated circuit* yang tepat langkah selanjutnya yaitu menyambungkan *output* dari *integrated circuit* tepatnya kaki nomor 10 akan di sambungkan ke transistor. Jika *output* bernilai 1 maka transistor akan mengalirkan tegangan *relay*. Hal tersebut akan mengakibatkan *relay* yang kondisinya awalnya *open* menjadi *close* maka pompa akan beroperasi mengisi ketel.

Perancangan rangkaian elektronika dengan *project board*. *Breadboard* adalah *projectboard* atau yang sering disebut dengan PCB (*Printed Circuit Board*) sementara yang dapat digunakan untuk eksperimen suatu desain rangkaian elektronika. *Breadboard* dapat digunakan untuk mengalisa komponen yang salah dalam sebuah rangkaian eksperimen. Papan ini

tidak memerlukan proses *solder*. Karena papan ini *solderless* alias tidak memerlukan *solder* sehingga dapat digunakan untuk *prototype* sementara, serta membantu dalam berekperimen desain sirkuit elektronika. Dalam penggunaan *breadboard*, komponen elektronika cukup ditancapkan dilubang-lubang yang terdapat pada *breadboard*.

Dalam pembuatan pengendalian alat pengisian air ketel penulis menggunakan *breadboard* karena sangat cocok dengan pembuatan rangkaian elektronika, mudah digunakan, dan jika terjadi kesalahan rangkaian masih bisa dipakai kembali. Berikut gambar susunan rangkaian elektronika pada papan *breadboard* :



Gambar 5 Rangkaian komponen pada *breadboard*

Pada rangkaian tersebut terdapat kabel-kabel penghubung antara komponen elektronika satu dengan yang lain. Nama kabel penghubung antara komponen satu dengan yang lain disebut *jumper*.

b. Cara mengatur pengisian air ketel secara manual dan otomatis

Cara mengatur pengisian air ketel secara manual ataupun otomatis menggunakan *switch* (saklar) *on off on*. Saklar ini memiliki 3 kaki. Kaki tengah sebagai *input* dari sumber listrik dan salah satu dari kaki yang lain meneruskan arus listrik sesuai yang dipilih melalui saklar.

Setelah sistem ini dirancang maka mengatur pengisian air ketel secara manual ataupun otomatis hanya dengan memindah saklar kesalah satu pilihan yang di inginkan.

c. Membuat sistem alarm pengisian air ketel menggunakan rangkaian *Integrated Circuit*

Alat ini akan dikendalikan oleh *integrated circuit* gerbang logika dasar. Karena terdapat 7 jenis *integrated circuit* untuk menentukan *integrated circuit* yang paling cocok maka langkah pertama adalah menentukan gambaran logika menggunakan tabel kebenaran. Tabel akan di isi dengan angka 1 yang berarti *on* dan angka 0 yang berarti *off*.

Tabel 8 Tabel Kebenaran

| A | B | Y | Persamaan       |
|---|---|---|-----------------|
| 0 | 0 | 1 | $\overline{AB}$ |
| 0 | 1 | 1 | $\overline{A}B$ |
| 1 | 0 | 0 | $A\overline{B}$ |
| 1 | 1 | 1 | $AB$            |

Keterangan tabel :

A : Sensor *Low Level Alarm*

B : Sensor *High Level Alarm*

Y : Kondisi Alarm

Dari tabel 8 tersebut kita mendapatkan persamaan aljabar yaitu :

$$Y = \underline{AB} + \underline{AB} + AB$$

Keterangan persamaan :

A : Sensor *Low Level Alarm*

B : Sensor *High Level Alarm*

Y : Kondisi Alarm

Dari persamaan di atas, persamaan tersebut dapat di sederhanakan menggunakan hukum persamaan aljabar sebagai berikut :

$$Y = \underline{AB} + \underline{AB} + AB$$

$$Y = (\underline{AB} + AB) + \underline{AB}.. \text{ Hukum Komutatif}$$

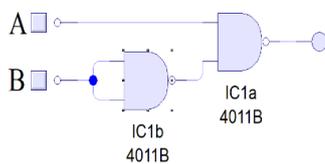
$$Y = (1) + \underline{AB} \text{ ....Jika dengan pembalikannya}$$

$$Y = \underline{AB} \text{ ..... Teorema Dualitis}$$

$$Y = \underline{AB} \text{ ..... Inverter Ganda}$$

$$Y = \underline{(A + B)} \text{ ..... Hukum De Morgan}$$

Jadi Hasil akhir penyederhanaan persamaan  $Y = \underline{AB} + \underline{AB} + AB$  menggunakan hukum persamaan aljabar yaitu  $Y = \underline{(A + B)}$ . Dari persamaan tersebut akan di aplikasikan ke dalam gerbang logika untuk sistem alarm pada alat simulasi pengisian air ketel. Rangkaian Logikanya menjadi seperti berikut:



Gambar 6. Rangkaian persamaan  $Y = \underline{(A + B)}$

Keterangan :

A : Sensor *Low Level Alarm*

B : Sensor *High Level Alarm*

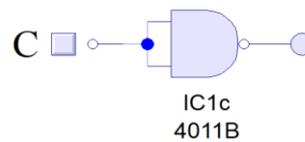
Pada sistem alarm pengisian air ketel kondisi *low level* maka nilai A dan B adalah 0. Gerbang logika IC1b akan menghasilkan keluaran bernilai 1 maka gerbang logika IC1a memiliki nilai masukan 0 dan 1. Nilai

masuk tersebut manghasilkan nilai keluaran bernilai 1. Hal ini akan menyebabkan alarm berbunyi.

Setelah ketel terisi air dan mencapai *low level* maka A akan bernilai 1 dan gerbang logika IC1a memiliki nilai masukan 1 dan 1. Nilai masukan tersebut akan menghasilkan nilai keluaran 0. Hal ini akan meyebabkan alarm tidak berbunyi.

Saat air mecapai *high level* alarm maka sensor IC1b akan menghasilkan keluaran bernilai 0 dan gerbang logika IC1a memiliki nilai masukan 1 dan 0. Nilai masukan tersebut menghasilkan nilai keluaran bernilai 1 maka alarm akan berbunyi disaat kondisi air *high level*.

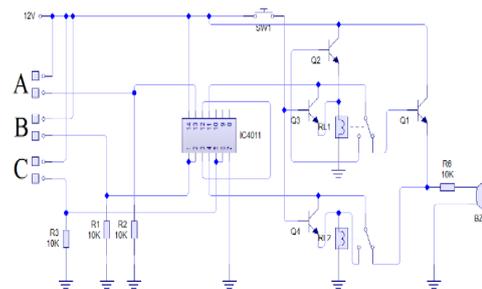
Persamaan  $Y = \underline{(A + B)}$  ini hanya untuk alarm *low level* dan *high level* saja. Untuk menambahkan alarm *low low level* maka membuat persamaan baru yaitu  $Y = \underline{C}$ . Jika di aplikasikan ke dalam gerbang logika menjadi :



Gambar 7. Rangkaian persamaan  $Y = \underline{C}$

Keterangan :

C : *Input low low water level* alarm  
Setelah mendapatkan rangkaian *integrated circuit* yang tepat langkah selanjutnya yaitu menyambungkan *integrated circuit* dengan komponen yang lain. Rangkaiannya dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 8 Rangkaian sistem alarm pengisian air ketel

Keterangan :

A : Sensor *low water level*

B : Sensor *high water level*  
C : Sensor *low low water level*

Pembinaan Sekolah Menengah  
Kejurusan, Jakarta

#### IV. SIMPULAN

Simulasi pengisian air ketel ini menggunakan kendali IC NOR 4001, tegangan kaki masukan (*input*) dipengaruhi oleh *water level* dan keluaran (*output*) menggerakkan *relay*. Pada hasil pengukuran pompa bekerja saat tegangan *output* kaki nomor 10 adalah 8,2 V. Saat air ketel penuh pompa tidak bekerja dan tegangan *output* kaki nomor 11 adalah 0.1 V. Rangkaian simulasi pengisian air ketel menggunakan *integrated circuit* gerbang logika lebih sederhana maka tingkat pemahaman bagi pemula dapat cepat dimengerti. Rangkaian ini dapat digunakan menggunakan 2 (dua) mode yaitu otomatis dan manual caranya cukup memindahkan saklar sesuai pilihan yang diinginkan. Saat menggunakan mode manual maka saklar nomor 1 akan memindah jalur aliran listrik agar tidak melewati *integrated circuit* maka pompa tidak akan terpengaruh oleh sensor yang ada pada ketel. Sedangkan saat mode otomatis saklar akan memindah jalur listrik menuju *integrated circuit* maka pompa akan beroperasi sesuai dengan keadaan *water level* pada ketel.

Bunyinya alarm dipengaruhi oleh *water level* dan pada pembuatan rangkaiannya menggunakan IC NAND 4011. Sensornya dipengaruhi oleh tinggi air. Jika air mengenai sensor maka sensor akan memberikan sinyal masukan kepada IC dan IC akan menerjemahkan apakah alarm berbunyi atau tidak.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman, Syaifi. 2017. *Modul Elektronika Dasar*, Direktorat

Arikunto, Suharsimi. 2009. *Manajemen Penelitian*, Rineka Cipta, Jakarta.

Beuaty. Darmawansyah, Agung., dan Julius M. 2009. "Perancangan Rangkaian Terpadu Penguat Operasional Untuk Pengatur Nada" dalam Jurnal EECCIS Vol. III (hlm 17-22). Malang : Universitas Brawijaya

Handoyono, Jusak Johan. 2016. *Ketel Uap, Turbin Uap, & Turbin Gas Penggerak Utama Kapal*. Jakarta; Djangkar.

Parinduri, Ikhsan dan Hutagalung, Siti Nurhabibah. 2018. "Perangkaian Gerbang Logika Dengan Menggunakan MATLAB (SIMULINK)" dalam Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Vol. V (hlm 63-70). Asahan : STMIK Royal Kisaran.

Siregar, Helmi Fauzi dan Parinduri, Ikhsan. 2017. "Prototype Gerbang Logika (AND, OR, NOT, NAND, NOR) Pada Laboratorium Elektronika STMIK Royal Kisaran" dalam Jurnal Teknologi Informasi (JurTI) Volume 1 (hlm. 38-47). Asahan : Universitas Asahan

Stanley, J.A. 2003. *Pengenalan Elektronika Untuk Pemula*, Bandung: CV. Pioner Jaya.

Widjanarka, Wijaya. 2006. *Teknik Digital*, Jakarta : Erlangga.

Willem. 2013. *Teknik Listrik Dasar Otomotif*, Jakarta : Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidikan & Tenaga Kependidikan.

<https://teknikelektronika.com/>. Diakses pada tanggal 22 November 2019