

# RANCANG BANGUN SIMULATOR KONTROL LEVEL DAN TEKANAN STEAM PADA BOILER

Rinaldi<sup>1</sup>, Azhar<sup>2</sup>, Yusman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol  
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: rinaldikaleng@gmail.com, arhas0105@gmail.com, yusman@pnl.ac.id

**Abstrak**—Boiler merupakan salah satu wadah yang berfungsi sebagai pemanas air, hasil panas air berbentuk uap panas atau disebut steam. Steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk suatu proses instrumentasi. Air adalah suatu sumber energi yang mudah diperoleh dan dapat dirubah dengan mudah kebentuk energi lain seperti energi panas. Boiler merupakan peralatan yang dapat difungsikan sebagai penghasil steam dan harus dikelola dengan yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan rancang bangun simulator steam, dimana steam yang akan dibuat memiliki dua pengendalian, yaitu level dan tekanan. Pada perancangan alat menggunakan sensor Tekanan dan Pressure Gauge sebagai pengendali Tekanan pada saat proses di kalibrasi dan water level sensor untuk mengatur kerja pompa pada saat pengisian air ke tangki proses serta untuk mengukur low dan high jumlah air pada tangki keluaran. Dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan proses dan hasil kontrol level dan tekanan. Dari pengujian ini air level low 1 liter dan air level high 9 liter dan Tekanan tertinggi dari pengujian sistem adalah 3 Bar dan tekanan terendah dari pengujian sistem ini 0 bar.

**Kata-kata kunci:** kontrol simulasi, level, tekanan, steam, boiler, arduino

## I. PENDAHULUAN

Boiler secara umum terdiri dari beberapa sistem, diantaranya adalah sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar yang terintegrasi menjadi satu kesatuan. Sistem air umpan berfungsi sebagai penyedia air untuk boiler yang bekerja secara otomatis sesuai kebutuhan steam dan kemampuan dari boiler itu sendiri. Sedangkan sistem steam berfungsi sebagai penyedia uap air untuk proses pada plant yang lain. Pressure yang dihasilkan oleh boiler dipengaruhi oleh sistem bahan bakar dan kondisi level air yang terdapat di dalam boiler. Agar tercipta kondisi ideal dibutuhkan sistem kontrol yang sesuai untuk mengendalikan level dan pressure pada boiler.

Pada dasarnya Boiler adalah salah satu wadah yang berfungsi sebagai pemanas air, hasil panas air berbentuk uap panas atau disebut steam. Steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk suatu proses instrumentasi atau kebutuhan penggerak turbin. Air adalah suatu sumber energi yang mudah diperoleh dan dapat dirubah dengan mudah kebentuk energi lain seperti energi panas. Jika air dipanaskan pada titik didih 100 °C akan diperoleh uap air pada kisaran volume yang meningkat 1600 kali, sehingga boiler merupakan peralatan yang dapat difungsikan sebagai penghasil steam dan harus dikelola dengan yang baik. Sistem boiler terdiri dari feed water, peralatan penghasil uap, dan mekanisme bahan bakar. Feed water disediakan untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Peralatan penghasil uap mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam boiler [5].

Dari latar belakang tersebut, maka perlu dirancang bangun simulator sistem pengendalian level dan tekanan pada boiler untuk mempermudah penghasil uap yang maksimal serta menghasilkan uap yang

diharapkan. Perkembangan teknologi serta memungkinkan jika sistem pengaturan level dan tekanan pada boiler dan menganut sistem otomasi yang menggunakan software Arduino uno. Dengan harapan dapat menghasilkan setting level dan tekanan pada boiler secara maksimal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega328 (datasheet). Arduino Uno memiliki 14 pin digital input/output, dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin sebagai input analog, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau Power di hubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai mengaktifkannya. Arduino Uno berbeda dengan board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur ATmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Seperti yang terlihat pada Gambar 1 [3].



Gbr 1 Arduino Uno

**B. Sensor Level Switch**

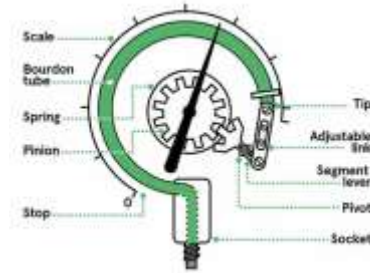
Pada proses pengisian air laut ke tangki proses dibutuhkan sensor level untuk mendeteksi ketinggian air yang masuk dalam tangki dan menghentika kerja pompa serta memberi informasi agar pemanas bekerja. Sensor Level Switch dengan bahan Stainless steel sangat cocok digunakan pada tangki air panas. Sesuai dengan namanya, bahwa level switch adalah alat yang mendeteksi ketinggian atau level dari suatu volume benda cair pada suatu tabung atau tangki, kita ambil contoh, misalkan level switch dipasang pada tangki air untuk mendeteksi jumlah atau volume air yang masuk kedalam tangki, kemudian alat ini dihubungkan dengan mesin pompa air, pada saat volume air didalam tabung sudah mencapai level tertentu (high misalkan) dan terdeteksi oleh sensor, maka sensor level switch akan bekerja sebab bagian depan dari level switch terendam oleh air, ketika itu pula level switch akan memerintahkan mesin pompa air untuk berhenti berputar, dalam artian level switch akan memutuskan aliran arus yang ke mesin pompa air. Mesin pompa air akan bekerja kembali manakala volume air yang ada didalam tangki berkurang akibat pemakaian, dan terdeteksi oleh sensor level switch yang dipasang dibagian bawah tangki (low) pada saat itu pula sensor akan memerintahkan mesin pompa air untuk bekerja atau berputar agar mengisi tangki, demikian seterusnya [3].



Gbr 2 Sensor Level Switch

**C. Sensor Tekanan Bourden Tube**

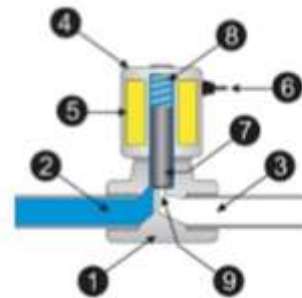
Bourdon Tube adalah alat ukur tekanan nonliquid. Alat ukur ini secara luas digunakan didalam industri proses untuk mengukur tekanan statis pada beberapa aplikasi. Bentuk dari bourdon tube dapat berupa element Circular, helical atau spiral bourden tube dan dihubungkan secara mekanikal dengan jarum indikator. Satuan dari alat ukur tekanan ini berupa psi (pound per square inch), psf (pound per square foot), mmHg (millimeter of mercury), inHg (inch of mercury), bar, atm (atmosphere), N/m<sup>2</sup> (pascal). Prinsip operasinya yaitu tekanan dipandu ke dalam tabung, perbedaan tekanan di dalam dan di luar tabung bourdon akan menyebabkan perubahan bentuk penampangnya. Perubahan bentuk penampang akan diikuti perubahan bentuk arah panjang tabung, dimana perubahan panjang tabung akan dikonversikan menjadi gerakan jarum penunjuk pada skala. Struktur dari bourden tube ditunjukkan dalam Gambar 3 [1].



Gbr 3 Struktur Circular bourden tube

**D. Solenoid Valve**

Solenoid Valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Lubang masukan berfungsi sebagai tempat cairan masuk, lalu lubang keluaran berfungsi sebagai tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang exhaust berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve bekerja. Prinsip kerja dari solenoid valve yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya. Pada umumnya solenoid valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC [4].



Gbr. 4 Struktur Fungsi Solenoid Valve

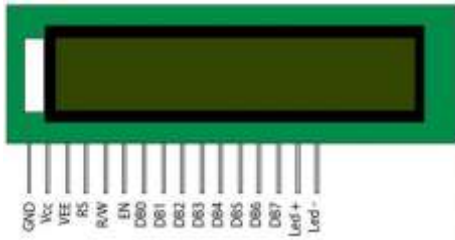
Keterangan Gambar :

- 1) Valve Bod
- 2) Terminal masukan (Inlet Port)
- 3) Terminal keluaran (Outlet Port)
- 4) Koil / koil solenoid
- 5) Kumparan gulungan
- 6) Kabel suplai tegangan
- 7) Plunger
- 8) Spring
- 9) Lubang / exhaust

**E. Liquid Crystal Display (LCD)**

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan huruf, angka, atau simbol-simbol tertentu. Tipe LCD yang sering digunakan adalah LCD 16 x 2 (16 kolom 2 baris) dan LCD 20 x 2 (20 kolom 2 baris). Operasi dasar LCD terdiri dari empat

kondisi yaitu intruksi mengakses proses internal, intruksi menulis data, intruksi membaca kondisi sibuk dan intruksi membaca data. Kombinasi intruksi dasar inilah yang dimanfaatkan untuk mengirim data ke LCD. seperti yang terlihat pada Gambar 5 [6].



Gbr. 5 LCD 2 x 16

F. Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah aplikasi lintas platform (untuk Windows, macOS, Linux) yang ditulis dalam fungsi dari C dan C ++, Ini digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke board yang kompatibel dengan Arduino. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman. Tampilan Loading page Arduino IDE adalah sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 6 [2].

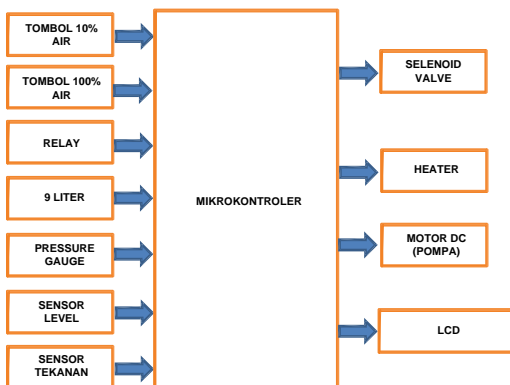


Gbr 6 Loading page Arduino IDE

III. METODOLOGI

A. Perancangan Blok Diagram Sistem

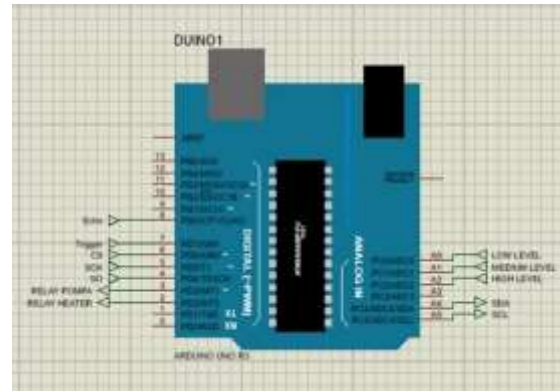
Perancangan blok diagram dalam penelitian ini merupakan cara yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja alat simulator kontrol level dan tekanan steam pada boiler. Adapun perancangan blok diagram dapat dilihat dalam Gambar 7.



Gbr 7 Perancangan Blok Diagram Sistem

B. Perancangan Rangkaian Arduino Uno

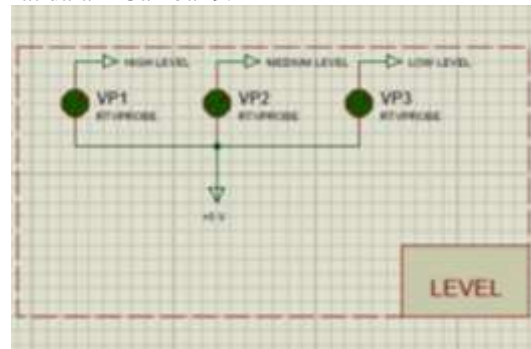
Rangkaian arduino uno merupakan pengendali keseluruhan sistem berdasarkan masukan sensor. Arduino uno mengolah setiap masukan dari sensor sesuai dengan algoritma pemrograman sistem sehingga dapat mengeluarkan output yang diinginkan seperti mengaktifkan driver relay motor untuk membuka atau menutup pintu. Adapun gambar arduino uno dapat dilihat seperti pada Gambar 8.



Gbr 8 Rangkaian Arduino Uno

C. Perancangan Rangkaian Sensor Level

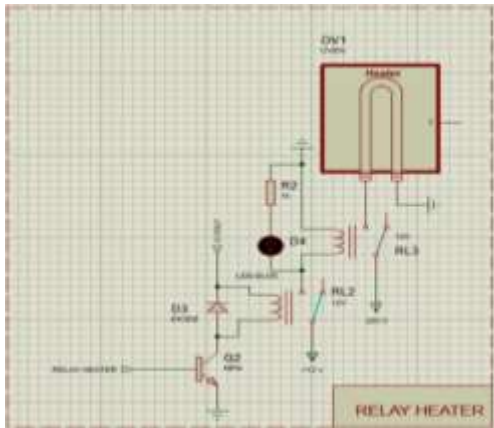
Sensor level digunakan untuk membaca aliran fluida atau zat cair yang mengalir. Pendeteksian level ketinggian air dilakukan dengan membaca nilai tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing rangkaian pembagi tegangan yang tersusun oleh resistor R dan RAir. (RAir adalah tahanan yang dibentuk oleh tangkai sensor dan tangkai common (T1)). Nilai R dalam hal ini adalah 10K ohm, Untuk rangkaian pada sensor level dapat dilihat dalam Gambar 9.



Gbr 9. Rangkaian Sensor Level

D. Perancangan Rangkaian Relay Heater

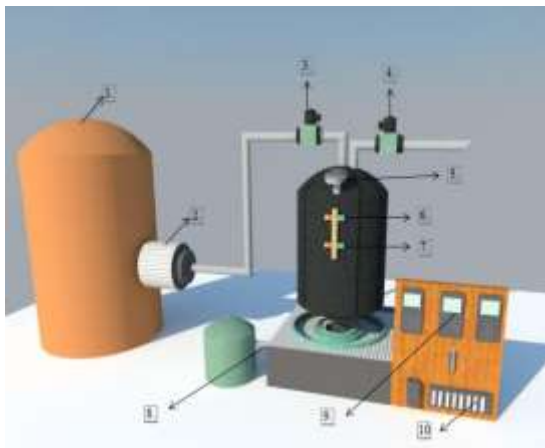
Perancangan rangkaian relay ini digunakan untuk menyalakan dan mematikan Water Heater atau elemen pemanas air yang digunakan untuk memasak air laut. Pemanas air dipasang sensor suhu thermocouple yang digunakan sebagai pengukur suhu air, apabila suhunya dibawah 120°C maka pemanas air menyala, apabila suhu sudah mencapai 150°C maka pemanas air padam, Adapun rancangan rangkaian relay dan heater adalah seperti dalam Gambar 10.



Gbr 10 Rangkaian Relay dan Heater

**E. Perancangan Mekanik Alat Keseluruhan**

Gambar 10 menunjukkan rancangan konstruksi mekanik sistem secara keseluruhan dari simulator sistem kontrol level dan tekanan steam pada boiler, yang terdiri dari simulator tangki sumber air, poms air, solenoid valve, sensor tekanan, sensor level, simulator boiler, pemanas, relay dan LCD.



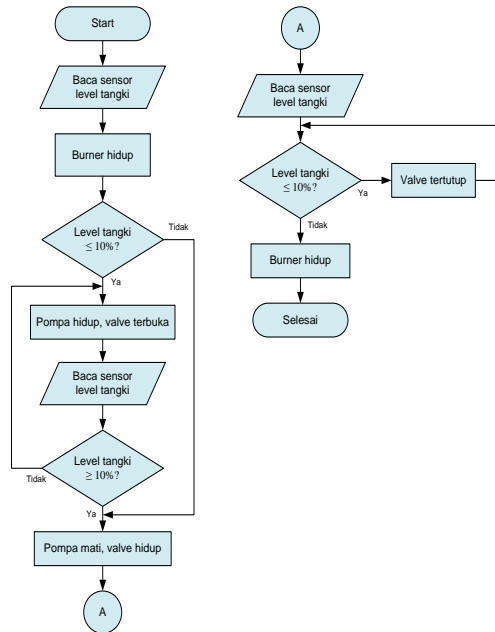
Gbr 11. Perancangan 3-D mekanik Sistem

Keterangan Gambar :

- 1. Tangki Sumber Air
- 2. Motor Pompa Dc
- 3. Selenoid Valve 1
- 4. Selenoid Valve 2
- 5. Pressure Gauge
- 6. Sensor Level
- 7. Sensor Tekanan
- 8. Heater
- 9. LCD
- 10. Relay

**F. Perancangan Flowchart Pengendalian Sistem**

Perangkat lunak yang dibuat harus dapat mengolah data-data dari sensor yang diberikan ke port mikrokontroler, dikirimkan ke komputer melalui port serial dan dieksekusi berdasarkan flow chart kontrol level dan tekanan steam pada boiler. Adapun Flowchart selengkapny dapat dilihat dalam Gambar 12.



Gbr 12. Rancangan Flowchart Sistem

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian alat diperlukan untuk mengetahui apakah sistem telah dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya pada perancangan. Pengujian dilakukan bertahan per bagian sistem maupun pengujian keseluruhan.

**A. Pengujian Sensor Level dan Sensor Tekanan Pada Saat Air Low**

Pengujian sensor level dan tekanan ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut bekerja membaca dan mendeteksi jumlah liter air low dan tampilan LCD 10 %. Sensor level pada alat ini ada 1 buah yaitu level Air pada tangki pemanas menggunakan water level sensor. Pada sensor level menggunakan stainless steel sehingga terjadi nilai perubahan pada LCD dan menggunakan pressure gauge.

TABEL I  
Pengujian Tekanan Boiler Saat Level Air Low

No	Level air low (%)	Waktu pemanasan (menit)	Tekanan pada LCD (Bar)	Tekanan dgn pressure gage (Bar)
1	10	5	0,08	0,02
2	10	10	0,90	0,71
3	10	15	1,45	1,25
4	10	20	2,11	1,98
5	10	25	2,55	2,34
6	10	30	3,00	2,89

Setelah sistem diaktifkan maka heater akan bekerja memanaskan air sampai mendidih hingga mencapai tekanan 3 bar, selama 5 sampai 30 menit, air yang ada didalam boiler pada saat level low 10 % maka sensor tekanan bekerja dan menampilkan hasil di tampilan. Ketika tekanan mencapai 3 bar maka valve terbuka otomatis dan mengeluarkan uap air pada boiler. Dari pengujian alat ini pada saat air level low untuk menghasilkan tekanan 3 bar membutuhkan waktu sekitaran lebih kurang 30 menit sesuai dengan Tabel 1.

#### B. Pengujian Sensor Level dan Sensor Tekanan Pada Saat Air High

Pengujian sensor level dan tekanan ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut bekerja membaca dan mendeteksi jumlah liter air high dan tampilan LCD 100 %. Sensor level pada alat ini ada 1 buah yaitu level Air pada tangki pemanas menggunakan water level sensor yaitu steenless steel dan tampil pada LCD.

TABEL II  
Pengujian Tekanan Boiler Saat Level Air High

No	Level air high (%)	Waktu pemanasan (menit)	Tekanan pada LCD (Bar)	Tekanan dgn pressure gage (Bar)
1	100	5	0,00	0,00
2	100	10	0,00	0,00
3	100	15	0,09	0,04
4	100	20	0,90	0,80
5	100	25	1,45	1,34
6	100	30	1,98	1,89
7	100	35	2,56	2,46
8	100	40	3,00	2,92

Setelah sistem diaktifkan, maka heater akan bekerja memanaskan air sampai mendidih hingga mencapai tekanan 3 bar, selama 5 sampai 40 menit, air yang ada dalam boiler pada saat level high dalam hal ini adalah 100 %, maka sensor tekanan bekerja dan menampilkan hasil di tampilan. Ketika tekanan mencapai 3 bar maka valve terbuka otomatis dan mengeluarkan uap air pada boiler. Dari pengujian alat ini pada saat air level high untuk menghasilkan tekanan 3 bar membutuhkan waktu sekitaran lebih kurang 40 menit sesuai dengan hasil pengamatan dalam Tabel 2.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari hasil perancangan dan pembuatan sistem pengendalian tekanan dan level pada proses simulator yang telah diimplementasikan dengan baik, yaitu:

1. Tekanan tertinggi dari pengujian sistem adalah 3 Bar. Setelah kalibrasi selisih antara nilai level high dan low tidak jauh berbeda yaitu dengan rata rata 0,89-0,98 Bar dan seterusnya.
2. Selisih antara nilai liter perhitungan dengan nilai liter sensor tidak jauh berbeda, sehingga keakuratan nilai sensor masih dalam batas toleransi.

#### REFERENSI

- [1] Sachin Thorat. 2014. **Bourdon Pressure Gauge – Working, Advantages and Application**. Learnmech. <https://learnmech.com/bourdon-pressure-gauge-working-advantages-application> (Accessed 26 Maret 2019).
- [2] Siti Syekha Sasmita, Yusman dan Usardi. 2021. **Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Air dan Tinggi Sedimentasi pada Saluran Irigasi Berbasis Internet of Things**. Jurnal LITEK Vol. 18 No. 1 Maret 2021, pp. 34-39.
- [3] Marchel Tombeng, Clarissa Angelica Tedjo dan Natasya Andani Lembat. 2018. **Implementasi Pengendalian Tower Air Universitas Klabat Menggunakan Mikrokontroler**. Cogito Smart Journal Vol. 4 No. 1 Juni 2018, pp. 60-71.
- [4] Meri Wardana, 2011, **Prinsip Kerja Selenoid Valve**, meriwarhana.blogspot.com/2011/11/solenoid-valve.html (Accessed 22 Februari 2019).
- [5] Beni Khaironi, 2019, **Penerapan Sistem Kontrol Microcontroller Pada Boiler**. <https://library.poltekpel-sby.ac.id> (Accessed 25 Mei 2019).
- [6] Wisnu Adi Perdana, 2018, **LCD 16x2 (Liquid Crystal Display)**, <https://elibrary.unikom.ac.id>.