

3. PERANCANGAN

3.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan terlebih dahulu sebelum merancang *hardware* dan *software* dari sistem otomasi pada miniatur kolam renang. Adapun perancangan sistem yang digunakan pada miniatur kolam renang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *input device*, *output device* dan *software zeliosoft 2*.

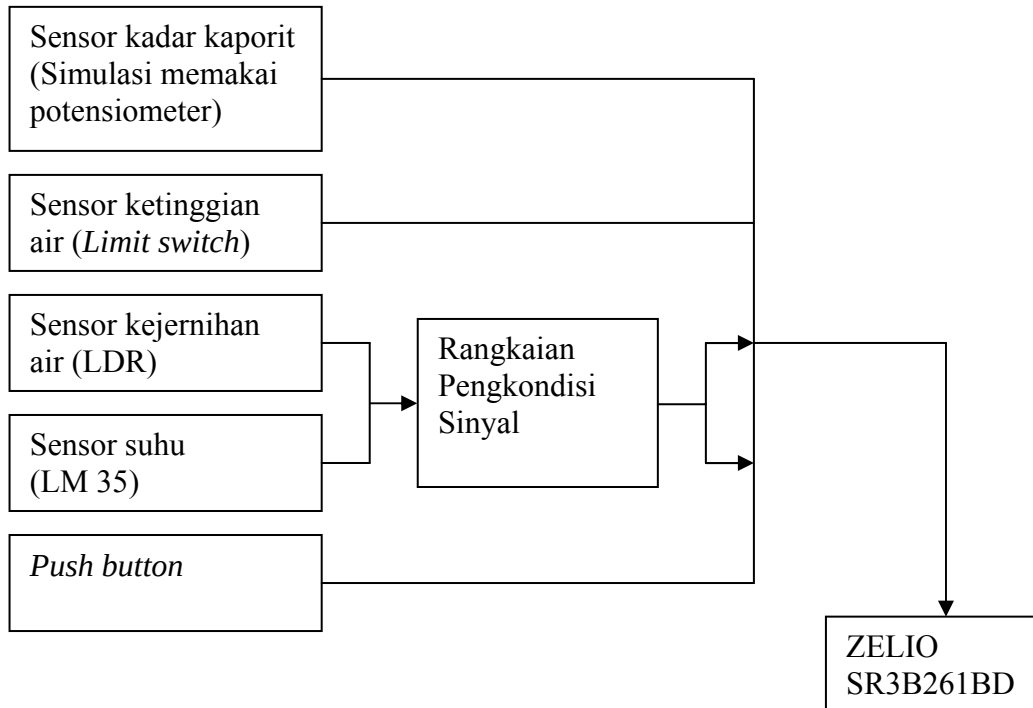
Input device yang digunakan terdiri dari sensor kadar kaporit sebagai pendeteksi kecukupan kadar kaporit dalam air kolam renang yang disimulasikan dengan menggunakan *potensiometer*, sensor ketinggian air sebagai pendeteksi ketinggian air dengan menggunakan *limit switch*, sensor kejernihan air sebagai pendeteksi kejernihan air dengan menggunakan *Light Dependent Resistors* (LDR), sensor suhu sebagai pendeteksi suhu yang diinginkan dengan menggunakan LM35 dan *push button* sebagai penekanan tombol *on* atau *off*.

Sedangkan *output device* yang digunakan terdiri dari pompa air aquarium yang digunakan untuk memompa air, *filter* yang digunakan untuk menjaga kejernihan dan kebersihan air, *heater* (elemen pemanas) yang digunakan untuk memanaskan air dan *valve* pembuangan yang digunakan sebagai saluran pembuangan air.

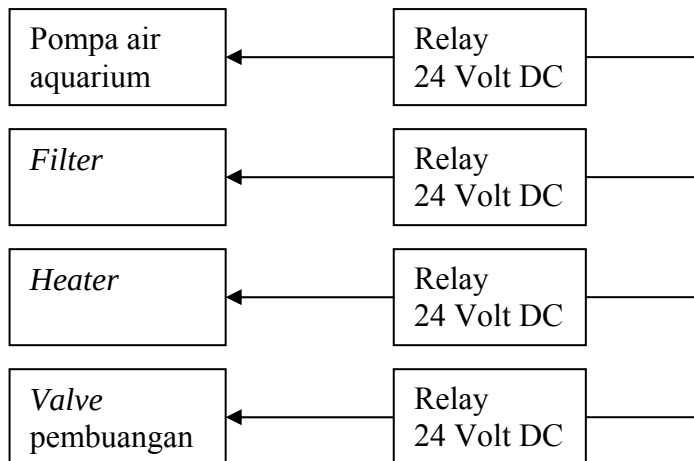
Untuk mengendalikan *input device* dengan *output device*, digunakan sebuah *smart relay* zelio SR3B261BD yang merupakan kumpulan dari *relay*, dimana *relay* adalah sebuah *device* yang bekerja berdasarkan gaya *electromagnetic* yang dapat menutup dan membuka sebuah kontak *switch*.

Berikut ini adalah blok diagram *hardware* dari sistem otomasi pada miniatur kolam renang secara umum.

Input Device



Output Device



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem Otomasi pada Miniatur Kolam Renang

3.2. Perancangan *Hardware*

Pada dasarnya terdapat dua hal penting yang berkaitan dengan kolam renang, yaitu *water treatment* dan *water circulation*. Kedua hal inilah yang akan diterapkan pada miniatur kolam renang, dimana untuk *water treatment* diwakili dengan adanya *filter* dan sensor kadar kaporit. Sedangkan untuk *water circulation* diwakili dengan pompa aquarium yang berfungsi untuk memompa air dari tandon I masuk ke *filter*, sehingga air pada miniatur kolam renang dapat bersirkulasi.

Setelah membuat perancangan sistem secara keseluruhan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan *hardware* miniatur kolam renang.

3.2.1. Perancangan Miniatur Kolam Renang

Bahan dasar yang digunakan untuk membuat miniatur kolam renang adalah kaca, dengan ketebalan kaca 5 mm. bahan dasar kaca dipilih untuk memudahkan dalam pengamatan air, termasuk ketinggian air dan siklus aliran air. Ketebalan kaca sebesar 5 mm dipilih agar kaca tersebut kuat dalam menampung air dengan volume air yang sudah diperkirakan, selain itu kaca dengan ketebalan 5 mm merupakan kaca yang sering dipakai untuk membuat aquarium pada umumnya, dimana ukuran miniatur kolam renang hampir sama dengan aquarium.

Ukuran miniatur kolam renang yang dipakai, pertama kali disesuaikan dengan keadaan kolam renang yang sebenarnya. Ukuran kolam renang standar pada umumnya yaitu:

$$p \times l \times t : 20 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$$

Dengan volume air sebesar:

$$V = p \times l \times t$$

$$V = 20 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$$

$$V = 300 \text{ m}^3$$

Apabila digunakan skala 100 : 1 cm, maka:

$$p \times l \times t : 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm}$$

Dengan volume air sebesar:

$$V = p \times l \times t$$

$$V = 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm}$$

$$V = 300 \text{ cm}^3$$

Dengan alasan panjang, lebar, dan ketinggian air yang tidak memungkinkan untuk menunjang peralatan listrik dan komponen elektrik yang nantinya akan dipasang pada tandon I dan tandon II, maka ukuran miniatur kolam renang yang dirancang akan lebih diutamakan untuk menunjang peralatan listrik dan komponen elektrik, yang juga tidak melupakan ukuran standar pada kolam renang yang sesungguhnya. Ukuran miniatur kolam renang yang digunakan, yaitu:

$$p \times l \times t : 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

Dengan ukuran masing-masing tandon:

$$p \times l \times t : 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

Sehingga volume air yang dapat ditampung dalam miniatur kolam renang:

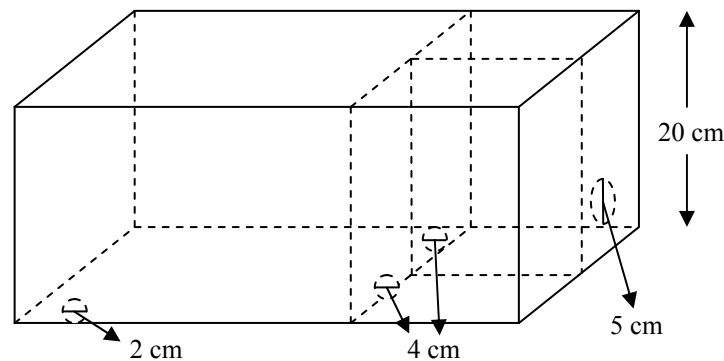
$$V = p \times l \times t$$

$$V = 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

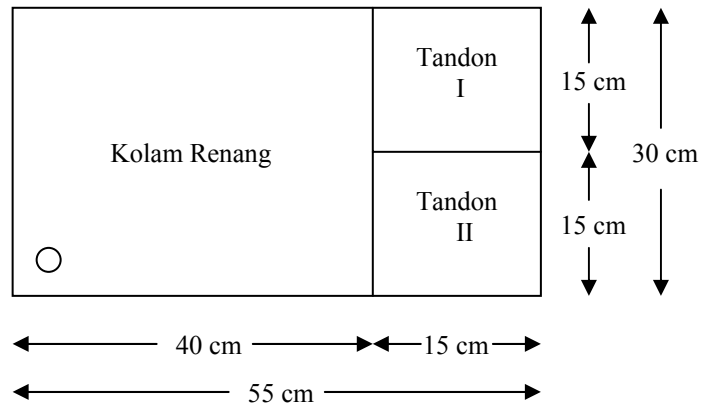
$$V = 24000 \text{ cm}^3$$

Karena adanya sensor ketinggian air, maka volume air yang ditampung dalam miniatur kolam renang kurang dari 24000 cm^3 atau berkurang sekitar 10 %.

Pada dasar kolam renang terdapat lubang dengan diameter 2 cm yang digunakan sebagai tempat *valve* pembuangan untuk saluran pembuangan air. Sedangkan pada sekat antara kolam renang dengan tandon I dan tandon II terdapat lubang yang masing-masing berdiameter 4 cm sebagai tempat saluran air keluar dan saluran air masuk dari tandon I ke kolam renang dan dari kolam renang ke tandon II. Pada sisi kanan tandon I terdapat lubang dengan diameter 5 cm yang nantinya digunakan sebagai tempat *heater*.



Gambar 3.2. Sketsa Miniatur Kolam Renang Tampak Depan



Gambar 3.3. Sketsa Miniatur Kolam Renang Tampak Atas



Gambar 3.4. Miniatur Kolam Renang Tampak Depan



Gambar 3.5. Miniatur Kolam Renang Tampak Atas

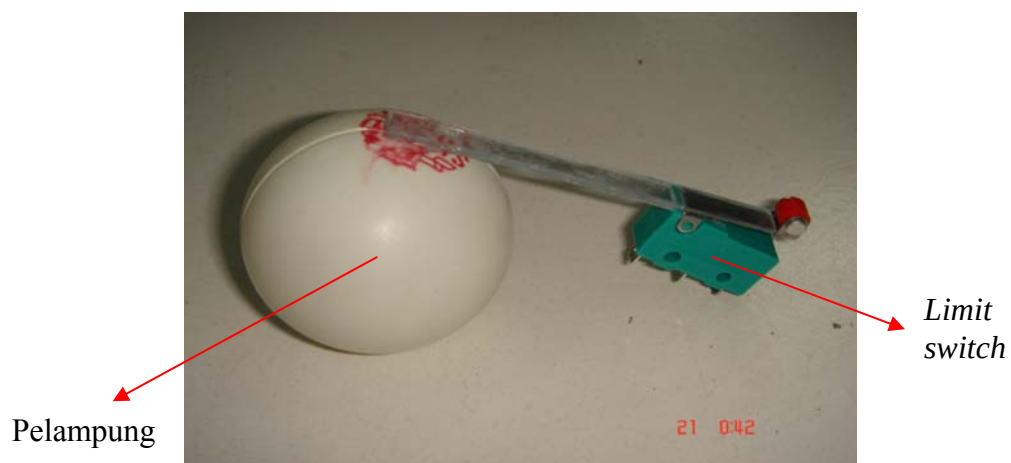
3.2.2. Perancangan Komponen Elektrik

Setelah melakukan perancangan miniatur kolam renang, dilakukan perancangan komponen elektrik yang terdiri dari *input* dan *output*. Komponen elektrik ini dipasang di luar kolam renang, yaitu pada tandon I, tandon II dan diluar miniatur kolam renang itu sendiri. Hal ini bertujuan untuk membebaskan kolam renang dari semua komponen elektrik dan peralatan listrik, agar sesuai dengan kenyataan pada kolam renang yang sesungguhnya.

3.2.2.1. Input

- Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air dimaksudkan untuk mengatur ketinggian air secara otomatis. Untuk membuat rangkaian sensor ketinggian air, digunakan *limit switch* dan pelampung yang berupa bola pimpong. Cara kerja *limit switch* seperti *relay* SPDT. Dimana terdapat dua kondisi yaitu *normally open* dan *normally closed*. Terdapat tiga terminal pada *limit switch*, yaitu NO, NC dan COM. Terminal NO dihubungkan pada VCC, NC dihubungkan pada *ground*, sedangkan COM sebagai output yang menuju ke zelio. Sensor ketinggian air yang digunakan berupa *input* diskrit, yang mendeteksi logic 0 dan 1. Pada Zelio, input diskrit ini memiliki *range* antara 0 – 24 Volt DC.



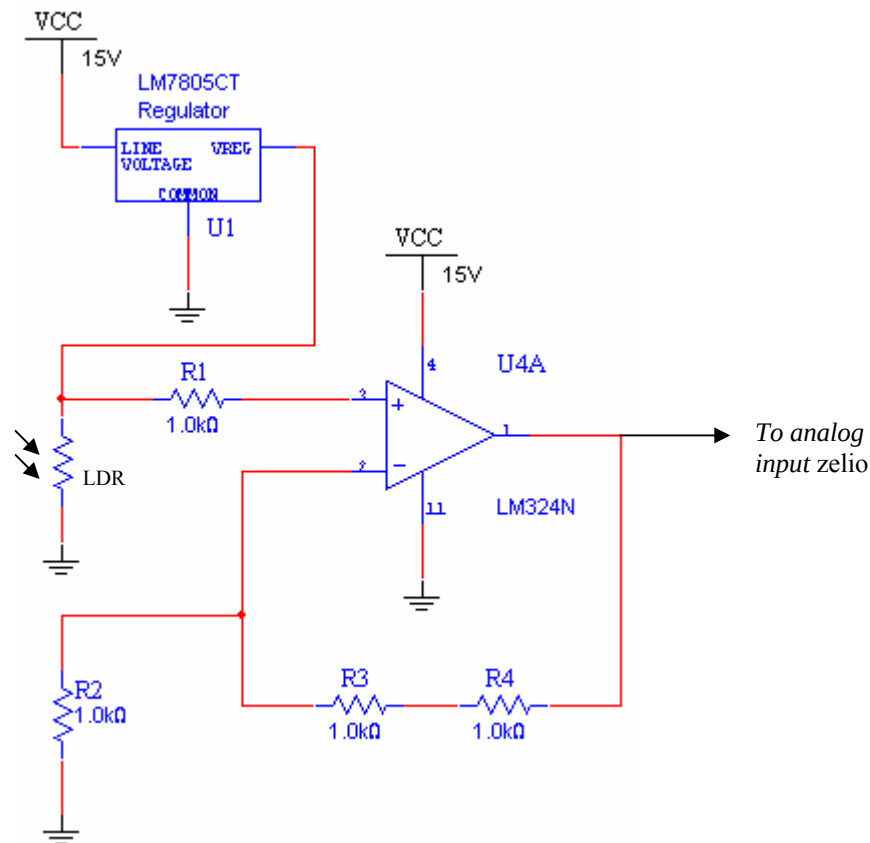
Gambar 3.6. Sensor Ketinggian Air

- Sensor Kejernihan Air

Rangkaian yang digunakan pada sensor kejernihan air adalah rangkaian *voltage amplifier*. Penggunaan rangkaian *voltage amplifier* dimaksudkan untuk memperkuat tegangan *output* yang dihasilkan dari tegangan *input*. Rangkaian ini termasuk rangkaian *non inverting amplifier*, dimana tegangan *input* masuk pada kutub positif dari op-amp. Alasan penggunaan rangkaian *non inverting amplifier* adalah karena selain penggunaannya mudah dan sesuai dengan kebutuhan, juga karena keluaran dari tegangan *output* yang dihasilkan dari tegangan *input* tidak dibalikkan menjadi tegangan negatif. Op-amp yang digunakan yaitu LM324 dengan tegangan *single supply* 15 Volt, dimana LM324 sendiri memiliki karakteristik *single supply* 3 – 32 Volt, yang nantinya terdapat toleransi sekitar 10 % pada tegangan *supply* tersebut, sehingga tegangan *supply*-nya sekitar 13,5 Volt. Sedangkan LM324 sendiri merupakan *Low Power Quad Operational Amplifiers* yang memiliki empat buah op-amp di dalam satu IC. Penggunaan LM324 di dalam rangkaian ini karena selain mudah di dapat dengan harga yang terjangkau, juga sesuai dengan kebutuhan pada rangkaian.

Pada rangkaian ini terdapat dua sensor kejernihan air yang diletakkan pada saluran air masuk tandon I dan saluran air keluar tandon II. Dimana pada masing-masing sensor memiliki perhitungan rangkaian yang berbeda, tergantung dari tegangan yang dihasilkannya saat air dianggap keruh. Sensor kejernihan air sendiri terdiri dari dua komponen utama, yaitu LDR dan LED. Kotak pada sensor kejernihan air didesain secara khusus dengan dibungkus kertas warna hitam agar LDR tidak terpengaruh oleh cahaya luar. Sedangkan posisi LDR dan LED dibuat berhadapan dengan tujuan agar cahaya yang dipancarkan oleh LED dapat fokus pada LDR. LDR sendiri diberi tegangan *supply* sebesar 5 Volt dari *regulator*.

Untuk menentukan nilai dari R_f dan R_i pada kedua sensor kejernihan air tersebut, terlebih dahulu harus mengetahui tegangan *input* yang diinginkan. Setelah itu kita tentukan berapa kali penguatan yang kita inginkan dan penguatan tersebut harus disesuaikan dengan batas dari tegangan *output* yang dihasilkan yaitu tidak boleh melebihi tegangan 10 Volt. Hal ini karena batas tegangan *input analog* yang diijinkan pada zelio SR3B21BD adalah 0 – 10 Volt. Dari penguatan yang sudah ditentukan kita bisa mendapatkan nilai dari R_f dan R_i .



Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Kejernihan Air Satu

Rangkaian sensor kejernihan air satu diletakkan pada tandon I. Pada rangkaian ini, tegangan output yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

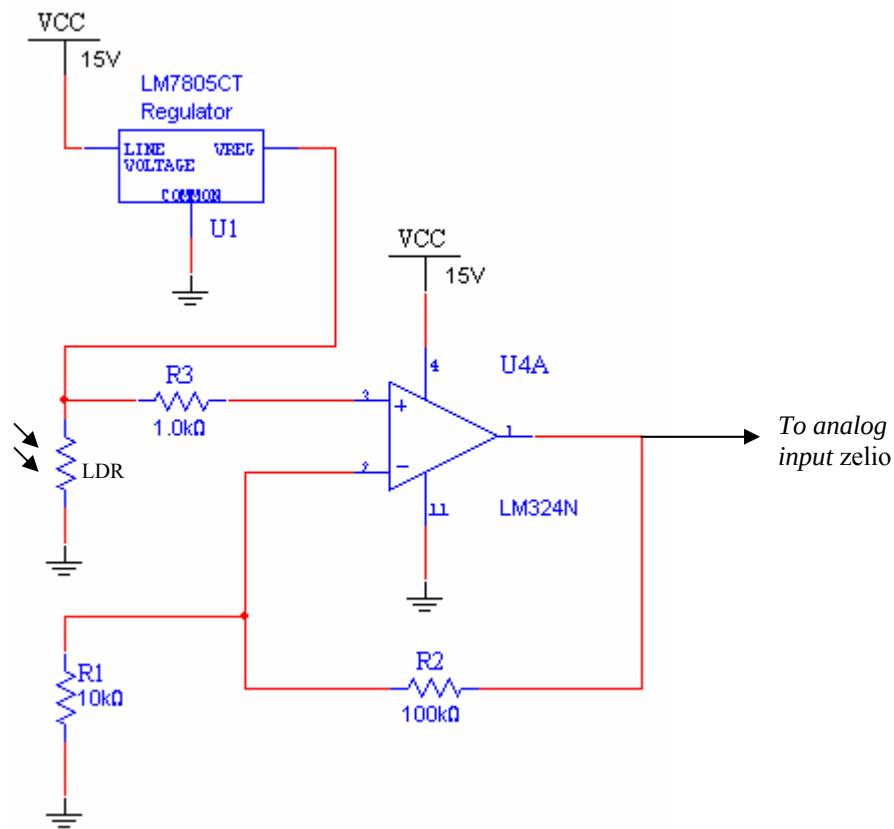
$$V_{out} = V_{in} \times \left(\frac{R_f}{R_i} + 1 \right)$$

$$V_{out} = 2,6 \times \left(\frac{2K}{1K} + 1 \right)$$

$$V_{out} = 2,6 \times 3$$

$$V_{out} = 7,8 \text{ Volt}$$

Pada rangkaian ini, tegangan dikuatkan 3 kali oleh LM324. Penguatan diberikan untuk meningkatkan ketelitian pembacaan, ketika zelio SR3B21BD mengkonversikan tegangan *output* menjadi tegangan *input*. Tegangan 2,6 Volt merupakan tegangan yang dideteksi oleh LDR saat air sudah dianggap keruh. Hal ini berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan dengan mencampur zat warna hijau ke dalam air pada miniatur kolam renang dengan takaran tertentu.



Gambar 3.8. Rangkaian Sensor Kejernihan Air Dua

Pada rangkaian sensor kejernihan air dua, tegangan output yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V_{out} = V_{in} \times \left(\frac{R_f}{R_i} + 1 \right)$$

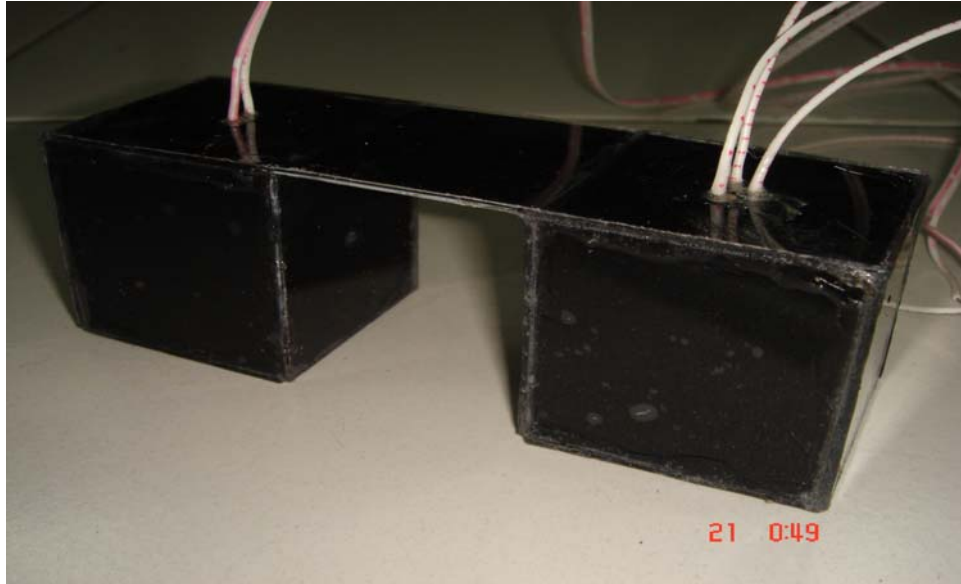
$$V_{out} = 0,13 \times \left(\frac{100K}{10K} + 1 \right)$$

$$V_{out} = 0,13 \times 11$$

$$V_{out} = 1,43 \text{ Volt}$$

Pada rangkaian ini, tegangan dikuatkan 3 kali oleh LM324. Penguatan diberikan untuk meningkatkan ketelitian pembacaan, ketika zelio SR3B21BD mengkonversikan tegangan *output* menjadi tegangan *input*. Tegangan 0,13 Volt merupakan tegangan yang dideteksi oleh LDR saat air sudah dianggap keruh. Hal ini berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan dengan mencampur zat warna hijau ke dalam air pada miniatur kolam renang dengan takaran tertentu.

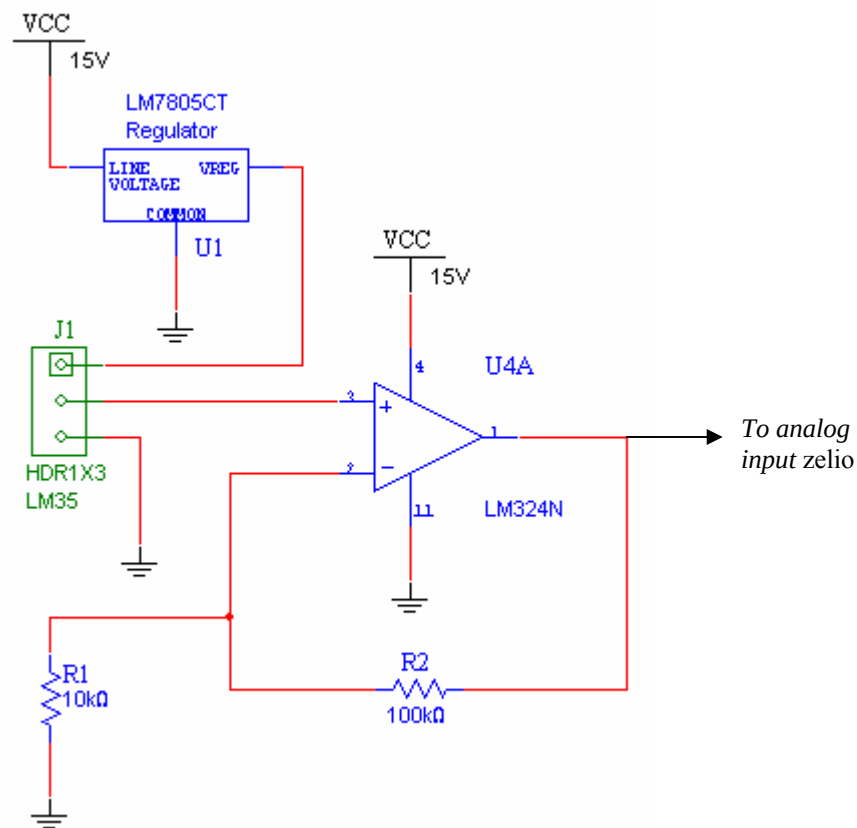
Perbedaan tegangan yang terjadi pada sensor satu dan dua, disebabkan karena perbedaan letak pencahayaan dari LED ke LDR antara sensor satu dan dua.



Gambar 3.9. Sensor Kejernihan Air

- Sensor Suhu

Rangkaian yang digunakan pada sensor suhu adalah rangkaian *voltage amplifier*. Penggunaan rangkaian *voltage amplifier* dimaksudkan untuk memperkuat tegangan *output* yang dihasilkan dari tegangan *input*. Rangkaian ini termasuk rangkaian *non inverting amplifier*, dimana tegangan *input* masuk pada kutub positif dari op-amp. Alasan penggunaan rangkaian *non inverting amplifier* adalah karena selain penggunaannya mudah dan sesuai dengan kebutuhan, juga karena keluaran dari tegangan *output* yang dihasilkan dari tegangan *input* tidak dibalikkan menjadi tegangan negatif. Op-amp yang digunakan yaitu LM324 dengan tegangan *single supply* 15 Volt, dimana LM324 sendiri memiliki karakteristik *single supply* 3 – 32 Volt, yang nantinya terdapat toleransi sekitar 10 % pada tegangan *supply* tersebut, sehingga tegangan *supply*-nya sekitar 13,5 Volt. Sedangkan LM324 sendiri merupakan *Low Power Quad Operational Amplifiers* yang memiliki empat buah op-amp di dalam satu IC. Penggunaan LM324 di dalam rangkaian ini karena selain mudah di dapat dengan harga yang terjangkau, juga sesuai dengan kebutuhan pada rangkaian.



Gambar 3.10. Rangkaian Sensor Suhu

Untuk menentukan nilai dari R_f dan R_i terlebih dahulu harus mengetahui tegangan *input* yang diinginkan. Setelah itu kita tentukan berapa kali penguatan yang kita inginkan dan penguatan tersebut harus disesuaikan dengan batas dari tegangan *output* yang dihasilkan yaitu tidak boleh melebihi tegangan 10 Volt. Hal ini karena batas tegangan *input analog* yang diijinkan pada zelio SR3B21BD adalah 0 – 10 Volt. Dari penguatan yang sudah ditentukan kita bisa mendapatkan nilai dari R_f dan R_i . Sedangkan tegangan *output* yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V_{out} = V_{in} \times \left(\frac{R_f}{R_i} + 1 \right)$$

$$V_{out} = 0,35 \times \left(\frac{100K}{10K} + 1 \right)$$

$$V_{out} = 0,35 \times 11$$

$$V_{out} = 3,85 \text{ Volt}$$

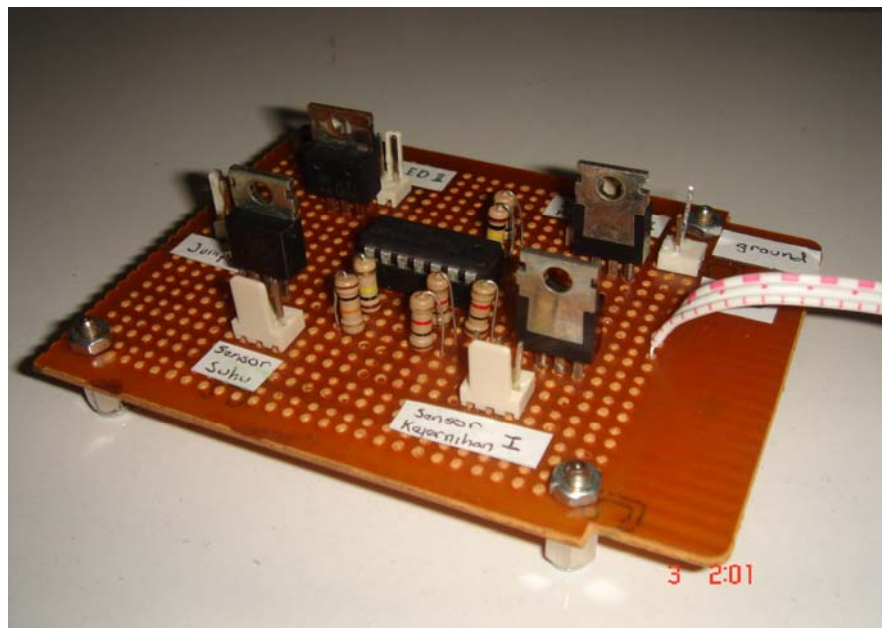
Tegangan input sebesar 0,35 Volt merupakan tegangan yang ingin dicapai dan dipertahankan agar suhu air tetap hangat. Sedangkan penguatan 11 kali diberikan untuk meningkatkan ketelitian pembacaan, ketika zelio SR3B21BD mengkonversikan tegangan *output* menjadi tegangan *input*. Tegangan 0,35 Volt didapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$1^{\circ}\text{C} = 10\text{ mV}$$

$$1^{\circ}\text{C} = 0,01\text{ Volt}$$

$$35^{\circ}\text{C} = 0,35\text{ Volt}$$

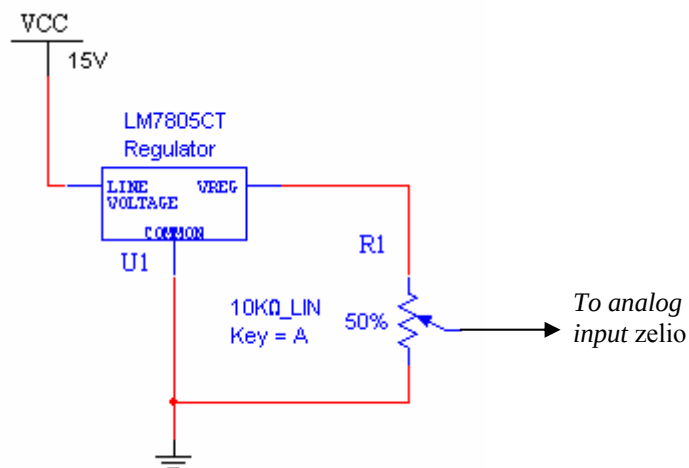
Pemilihan suhu 35°C berdasarkan pada suhu rata-rata yang dianjurkan pada pemandian air hangat/*jacuzzi*. Suhu air yang tepat sekitar 35°C . Dengan waktu berendam setidaknya sekitar 10 menit untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Walaupun suhu tubuh tergantung pada tingkat ketahanan tubuh manusia, sebaiknya suhu air tidak melebihi 35°C , karena akan sangat tidak baik untuk pori-pori kulit manusia.



Gambar 3.11. Sensor Suhu dan Sensor Kejernihan Air

- Sensor Kadar Kaporit

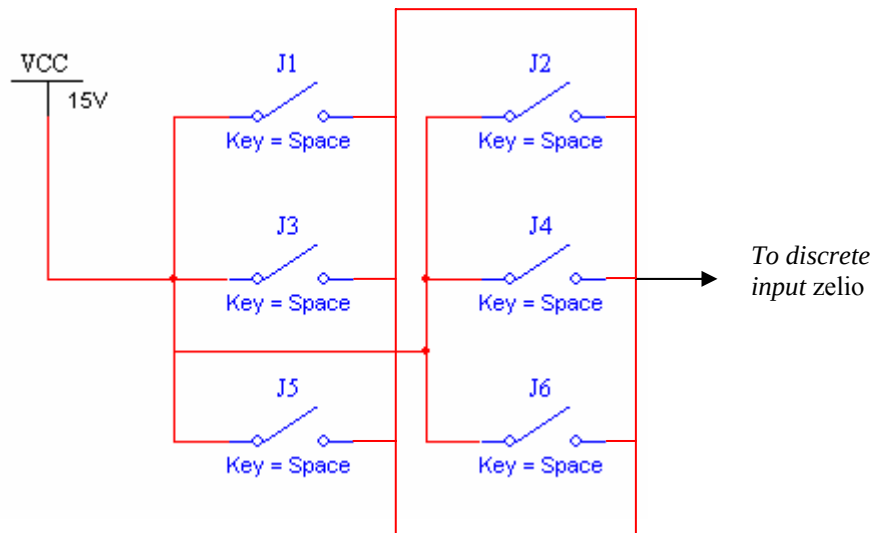
Sensor kadar kaporit dimaksudkan untuk mengatur dan menyemburkan kaporit ke dalam air kolam renang secara otomatis. Kaporit bersifat basa sehingga penambahan kaporit dapat mempengaruhi kadar pH dalam air. Oleh karena itu pemberian kaporit harus disesuaikan dengan kadar pH yang terletak pada *range* 7,2 – 7,8. Sensor kadar kaporit ini sebagai pengganti dari sensor pH yang disimulasikan dengan menggunakan *potensiometer*. *Potensiometer* yang digunakan memiliki resistansi sebesar 10 Kohm. Pada rangkaian sensor kadar kaporit, *potensiometer* diberi tegangan *input* sebesar 5 Volt. Hal ini karena tegangan *supply* yang digunakan sebesar 15 Volt, dimana tegangan *supply* tersebut diubah menjadi 5 Volt oleh *voltage regulator* (LM7805) sebagai tegangan *input* pada *potensiometer*. Sehingga tegangan *output* yang dihasilkan juga 5 Volt. Tegangan 5 Volt ini sebagai tegangan referensi pada sensor kadar kaporit dan juga sebagai tegangan yang nantinya akan masuk sebagai tegangan *input* pada zelio SR3B261BD sebagai *input analog* yang nantinya akan dikonversikan dari tegangan 0 - 10 Volt pada *software* melalui *Functional Block Diagram* (FBD).



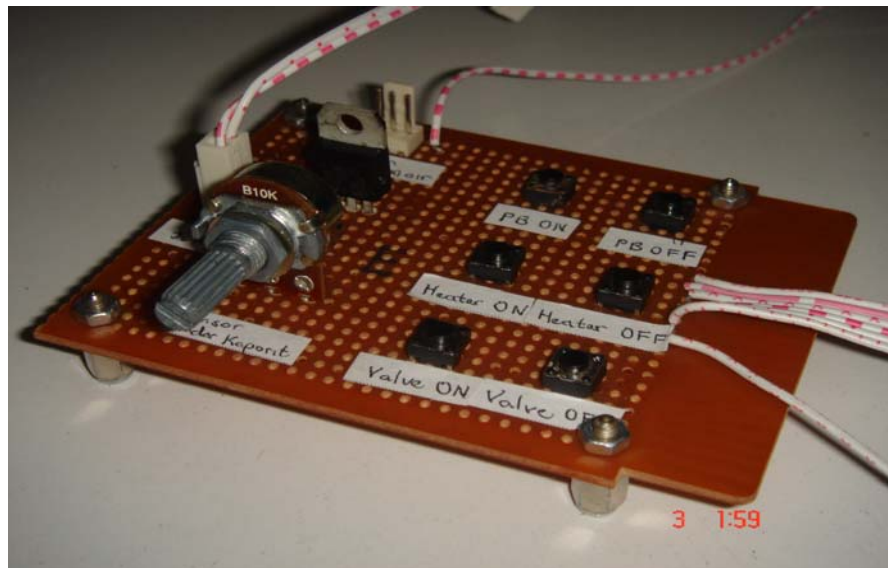
Gambar 3.12. Rangkaian Sensor Kadar Kaporit

- *Push Button*

Push button digunakan sebagai penekanan tombol. *Push button* ini bekerja sebagai *input* diskrit yang dapat mengeluarkan *logic* 0 dan 1. 0 pada saat keadaan nonaktif dan 1 pada saat keadaan aktif. *Push button* yang digunakan ada enam buah, yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. *Push button* 1 dan 2 digunakan untuk mengaktifkan dan mengnonaktifkan sistem. *Push button* 3 dan 4 digunakan untuk mengkatifkan dan mengnonaktifkan *heater*. Sedangkan *push button* 5 dan 6 digunakan untuk mengaktifkan dan mengnonaktifkan *valve* pembuangan. Saat keadaan nonaktif, *push button* mendapat tegangan 0 Volt, sedangkan pada saat keadaan aktif mendapat tegangan 15 Volt dari *supply*.



Gambar 3.13. Rangkaian *Push Button*



Gambar 3.14. Sensor Kadar Kaporit dan *Push Button*

3.2.2.2. Output

- Pompa Air Aquarium

Pompa air aquarium merupakan motor DC atau motor arus searah. Pompa air aquarium ini berfungsi untuk memompa air dari suatu tempat, kemudian mengalirkannya ke tempat lain. Pompa air aquarium ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- o Beroperasi pada tegangan AC 220 – 240 Volt.
- o Frekuensi 50 Hz.
- o Daya sebesar 15 – 18 Watt.
- o *Flowrate* 1200 liter/jam.

Pompa air aquarium dengan spesifikasi ini digunakan sebagai *output*, yaitu untuk memompa air dari sumber air menuju ke tandon I dan digunakan sebagai pompa kaporit cair. Agar pompa air aquarium ini tidak cepat rusak maka pada saat digunakan, pompa air aquarium ini harus terendam seluruhnya di dalam air. Disamping itu pada saat digunakan, harus memakai *relay* 24 Volt DC untuk mengkonversikan tegangan dari 220 Volt AC menjadi 24 Volt DC, selain itu juga berfungsi untuk mengamankan *hardware* zelio dari kerusakan.



Gambar 3.15. Pompa Air Aquarium

Berikut ini merupakan perencanaan perhitungan daya pompa yang akan digunakan:

- *Flowrate* pada pompa sebesar 1200 liter/jam, sehingga debit airnya sebesar $0,00033 \text{ m}^3/\text{s}$. Berarti pompa aquarium dengan spesifikasi ini dapat mengalirkan 23 liter air dalam waktu sekitar $1\frac{1}{2}$ menit.
- Massa air yang dapat ditampung dalam miniatur kolam renang sebesar 23 kg/m^3 .
- Tekanan air sebesar 2000 N/m^2 (pascal).

$$P = 10^4 \times H$$

$$P = 10^4 \times 0,2$$

$$P = 2000$$

- Efisiensi dari pompa dianggap 100 %, maka daya dari pompa tersebut: (*Automation and Control Soft Starters and Variable Speed Drivers* 16)

$$P = \frac{Q \times M \times P}{\eta}$$

$$P = \frac{0,00033 \times 23 \times 2000}{1}$$

$$P = 15,18 \text{ Watt}$$

Berarti pompa aquarium yang akan digunakan memiliki daya sebesar 15,18 Watt.

- *Filter*

Filter berfungsi untuk menjaga air agar tetap bersih dan jernih. *Filter* ini hanya merupakan sebuah tempat yang di dalamnya terdapat kasa lembut untuk menyaring air yang kotor.



Gambar 3.16. *Filter*

Untuk memasukkan air ke *filter* diperlukan bantuan sebuah pompa air aquarium. Dimana pompa air aquarium ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- o Beroperasi pada tegangan AC 220 – 230 Volt.
- o Frekuensi 50 Hz.
- o Daya sebesar 25 – 28 Watt.
- o *Flowrate* 2200 liter/jam.

Pompa air aquarium dengan spesifikasi ini digunakan sebagai *output*, yaitu untuk memompa air dari tandon I masuk ke *filter*, yang kemudian disalurkan ke tandon II. Agar pompa air aquarium ini tidak cepat rusak maka pada saat digunakan, pompa air aquarium ini harus terendam seluruhnya di dalam air. Disamping itu pada saat digunakan, harus memakai *relay* 24 Volt DC untuk mengkonversikan tegangan dari 220 Volt AC menjadi 24 Volt DC, selain itu juga berfungsi untuk mengamankan *hardware* zelio dari kerusakan.



Gambar 3.17. Pompa untuk *Filter* Aquarium

Berikut ini merupakan perencanaan perhitungan daya pompa untuk *filter* yang akan digunakan:

- *Flowrate* pada pompa sebesar 2200 liter/jam, sehingga debit airnya sebesar $0,00061 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Massa air yang dapat ditampung dalam miniatur kolam renang sebesar 23 kg/m^3 .
- Tekanan air sebesar 2000 N/m^2 (pascal).

$$P = 10^4 \times H$$

$$P = 10^4 \times 0,2$$

$$P = 2000$$

- Efisiensi dari pompa dianggap 100 %, maka daya dari pompa tersebut: (*Automation and Control Soft Starters and Variable Speed Drivers* 16)

$$P = \frac{Q \times M \times P}{\eta}$$

$$P = \frac{0,00061 \times 23 \times 2000}{1}$$

$$P = 28,06 \text{ Watt}$$

Berarti pompa aquarium yang akan digunakan untuk *filter* memiliki daya sebesar 28,06 Watt.

- *Heater*

Heater berfungsi untuk memanaskan air. Untuk membatasi sampai pada suhu yang diinginkan dan memperoleh air hangat yang nyaman, maka kerja dari heater tidak dapat terlepas dari rangkaian sensor suhu, terutama LM35. *Heater* sendiri memiliki spesifikasi tegangan 220 Volt AC, sehingga untuk mengubahnya menjadi tegangan 24 Volt DC, maka sebelum masuk ke *hardware* zelio, *heater* terlebih dahulu harus diberi *relay* 24 Volt.



Gambar 3.18. *Heater*

Berikut ini merupakan perencanaan perhitungan daya *heater* yang akan digunakan:

- Massa air yang dapat ditampung dalam miniatur kolam renang sebesar 23 kg.
- Kalor jenis air 1000 J/kg °C
- Dengan $\Delta T = 13\text{ °C}$ ($T_1 = 22\text{ °C}$, $T_2 = 35\text{ °C}$)

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 23 \times 1000 \times 13$$

$$Q = 299000\text{ J}$$

- Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air secara merata pada miniatur kolam renang yaitu sekitar 10 menit. Maka daya pada *heater* yang dipakai, yaitu:

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{299000}{600}$$

$$P = 498,33 \text{ Watt}$$

Berarti *heater* yang akan digunakan memiliki daya sebesar 28,06 Watt.

- **Valve Pembuangan**

Valve Pembuangan ini berfungsi untuk membuka dan menutup jalur air yang melewatinya. *Valve* ini akan terbuka, jika dialiri arus listrik (24 Volt DC). Ketika tidak ada arus listrik yang melewatinya, jalur air tersebut akan menutup.

Berikut ini merupakan spesifikasi dari *valve* tersebut:

- o *Orifice* 6,0 mm.
- o KV – *Value* 0,55 m³/h.
- o *Range pressure* 0 – 1 bar
- o *Voltage* 24 Volt DC
- o Berat 465 g
- o *Port connection* G1/4

Berikut ini merupakan perencanaan perhitungan daya *valve* yang akan digunakan:

- *Flowrate* pada pompa sebesar 0,55 m³/jam, sehingga debit airnya sebesar 0,0001528 m³/s.
- Massa air yang dapat ditampung dalam miniatur kolam renang sebesar 23 kg/m³.
- Tekanan air sebesar 2000 N/m² (pascal).

$$P = 10^4 \times H$$

$$P = 10^4 \times 0,2$$

$$P = 2000$$

- Efisiensi dari *valve* dianggap 100 %, maka daya dari *valve* tersebut:
(*Automation and Control Soft Starters and Variable Speed Drivers* 16)

$$P = \frac{Q \times M \times P}{\eta}$$

$$P = \frac{0,0001528 \times 23 \times 2000}{1}$$

$$P = 7,03 \text{ Watt}$$

Berarti *valve* yang akan digunakan memiliki daya sebesar 7,03 Watt.

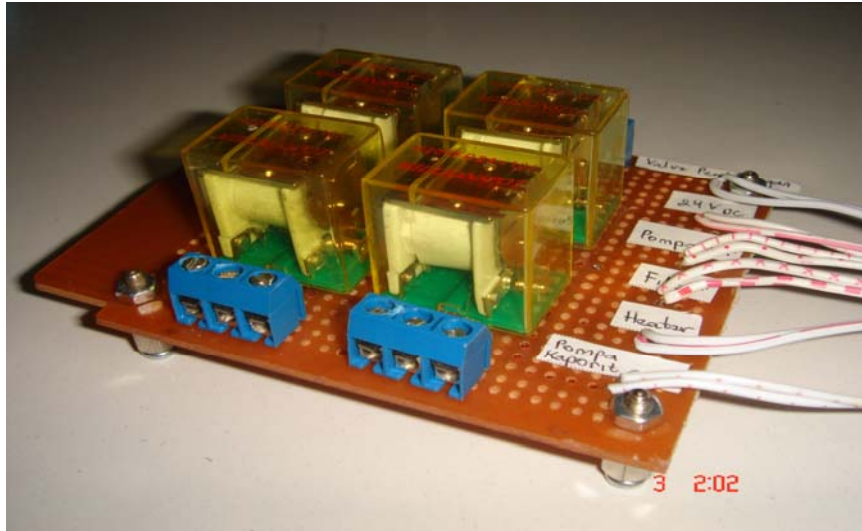


Gambar 3.19. Valve Pembuangan

Sebagai jalur air yang menghubungkan miniatur kolam renang dengan *valve* pembuangan, dibutuhkan *nipple* dari ½ dim to ¼ dim.



Gambar 3.20. *Nipple* ½ dim to ¼ dim dan ¼ dim to ¼ dim



Gambar 3.21. Rangkaian Pengkonversi 220 Volt AC ke 24 Volt DC

3.3. Perancangan Software

Setelah melakukan perancangan *hardware*, kemudian dilakukan perancangan *software*. Perancangan *software* dibuat melalui program *zeliosoft 2* dengan memakai *Functional Block Diagram* (FBD). Perancangan *software* terdiri dari cara kerja sistem dan *flowchart* dari masing-masing sensor.

3.3.1. Cara Kerja Sistem

- Sistem akan *on* saat tombol *push button ON* ditekan.
- Saat *push button ON* ditekan maka pompa air yang akan mengisi tandon II akan aktif dan *timer* yang mengendalikan *heater* juga akan aktif.
- Saat sensor ketinggian air pada tandon II aktif, maka pompa air akan *off*, sedangkan *filter* dan pompa kaporit cair akan aktif.
- Pompa kaporit cair akan *off* saat sensor kadar kaporit aktif.
- *Heater* dapat aktif secara otomatis dan secara manual. Secara otomatis *heater* dikendalikan oleh *timer*. Saat *timer* aktif, maka *heater* akan aktif. Ketika sensor suhu aktif maka *heater* akan *off*. Secara manual *heater* akan aktif saat tombol *heater ON* ditekan dan akan *off* saat tombol *heater OFF* ditekan.

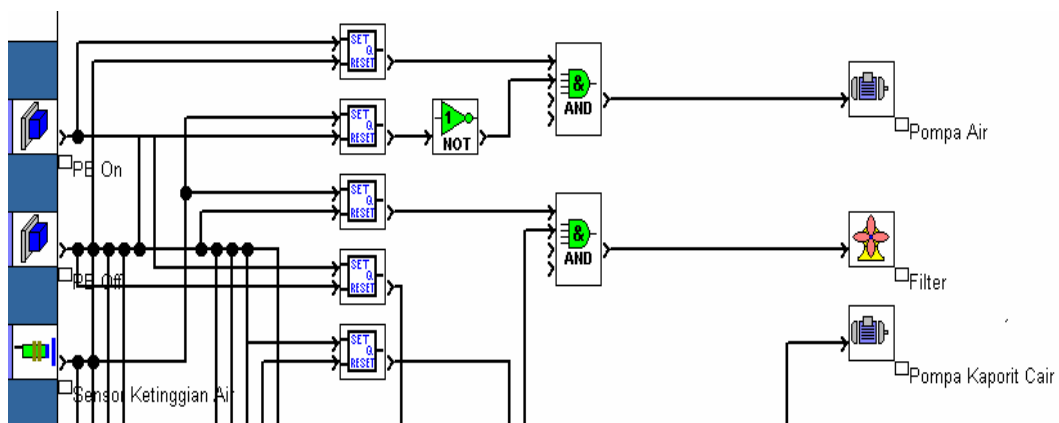
- *Valve* pembuangan dapat aktif secara otomatis dan secara manual. Secara otomatis *valve* pembuangan dikendalikan oleh sensor kejernihan air. Saat sensor kejernihan air aktif, maka *valve* pembuangan *on*, *filter*, *heater*, dan pompa kaporit cair *off*. *Valve* pembuangan akan *off* saat sensor kejernihan air *off*. Secara manual *valve* pembuangan akan *on* saat tombol *valve ON* ditekan dan akan *off* saat tombol *valve OFF* ditekan.
- Sistem akan *off* saat tombol *push button OFF* ditekan.

3.3.2. Software

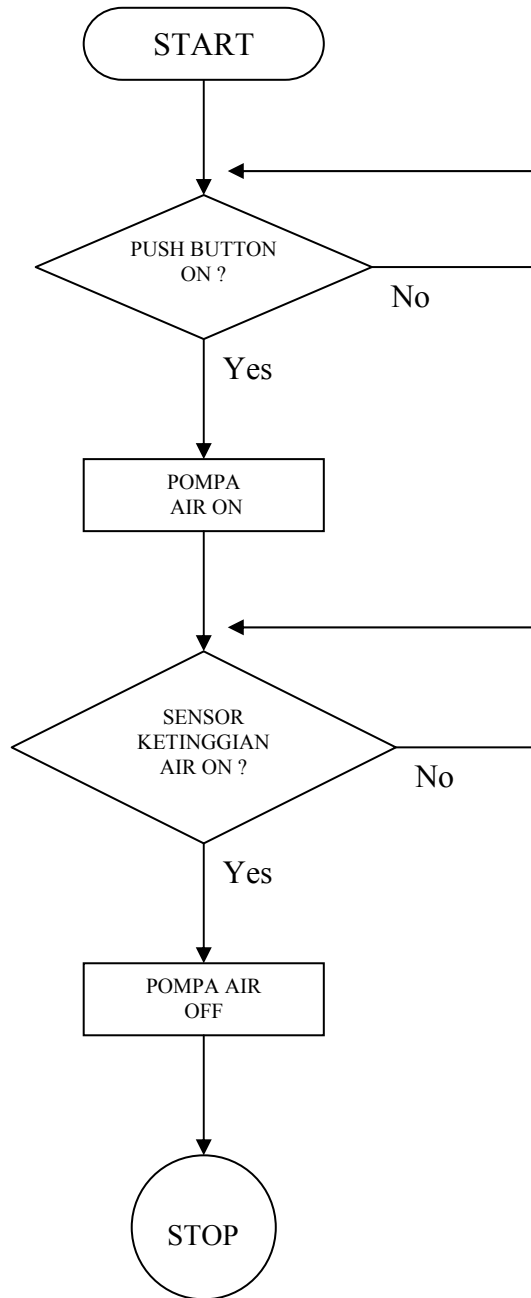
Berikut ini akan dijelaskan *software* dari masing-masing sensor dan *flowchart* dari masing-masing sensor.

3.3.2.1. Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air merupakan *input* diskrit yang memberi *logic* 1 saat keadaan aktif dan *logic* 0 saat keadaan tidak aktif. Cara kerja dari sensor ketinggian air ini, yaitu saat *push button ON* ditekan maka pompa air akan aktif, ketika sensor ketinggian air aktif maka pompa air akan *off*, sedangkan *filter* dan pompa kaporit cair akan aktif.



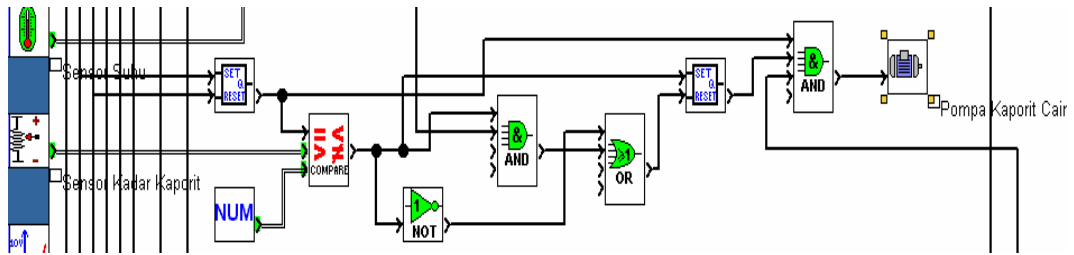
Gambar 3.22. FBD Sensor Ketinggian Air



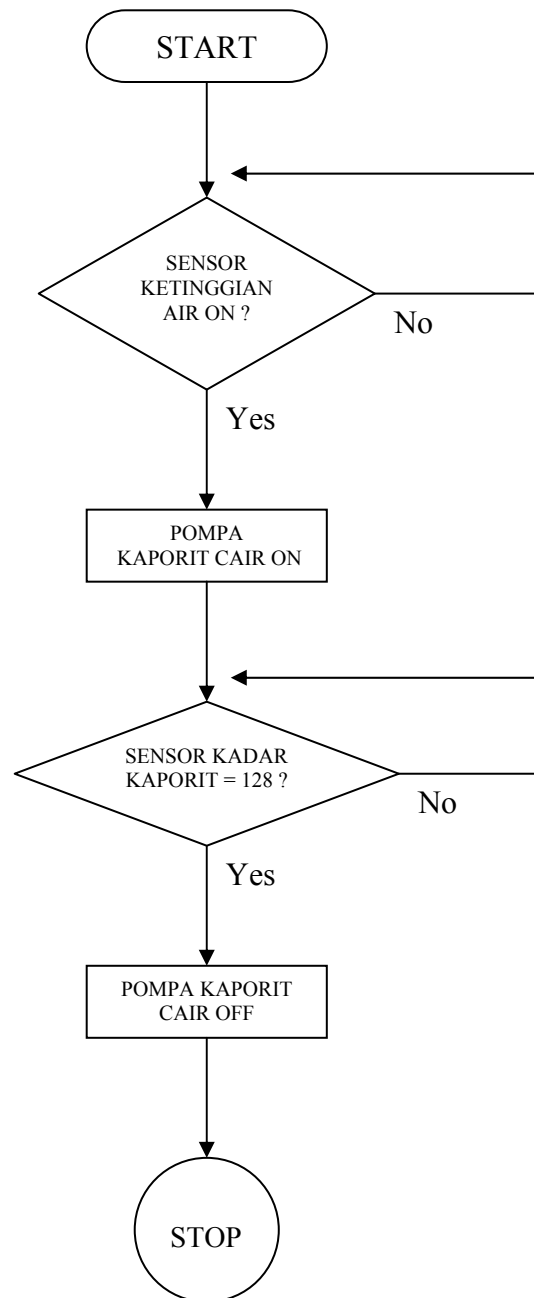
Gambar 3.23. *Flowchart* Sensor Ketinggian Air

3.3.2.2. Sensor Kadar Kaporit

Sensor kadar kaporit akan aktif saat sensor ketinggian air aktif. Sensor ini akan mengaktifkan pompa kaporit cair. Pompa kaporit cair akan *off* saat *input analog* bernilai 128 yang berarti sama dengan tegangan 5 Volt. Jika tegangan kurang dari 5 Volt atau 128 maka pompa kaporit cair tetap pada kondisi aktif.



Gambar 3.24. FBD Sensor Kadar Kaporit

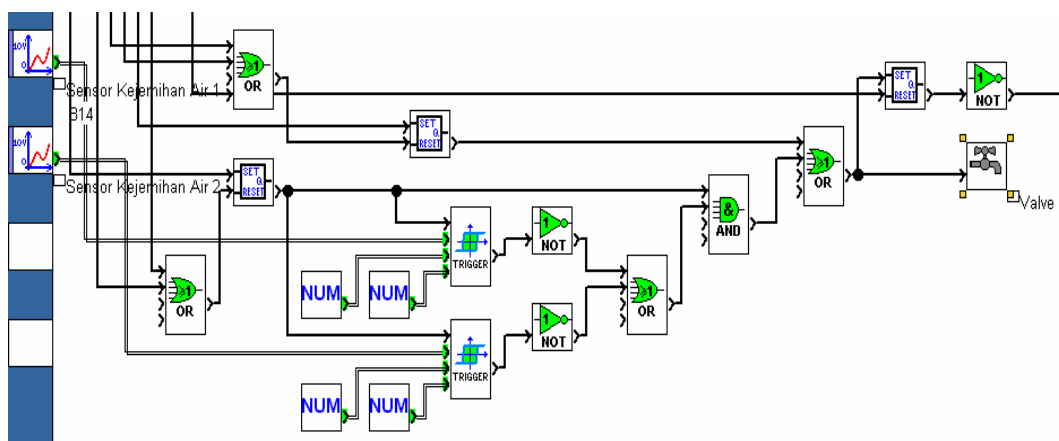


Gambar 3.25. Flowchart Sensor Kadar Kaporit

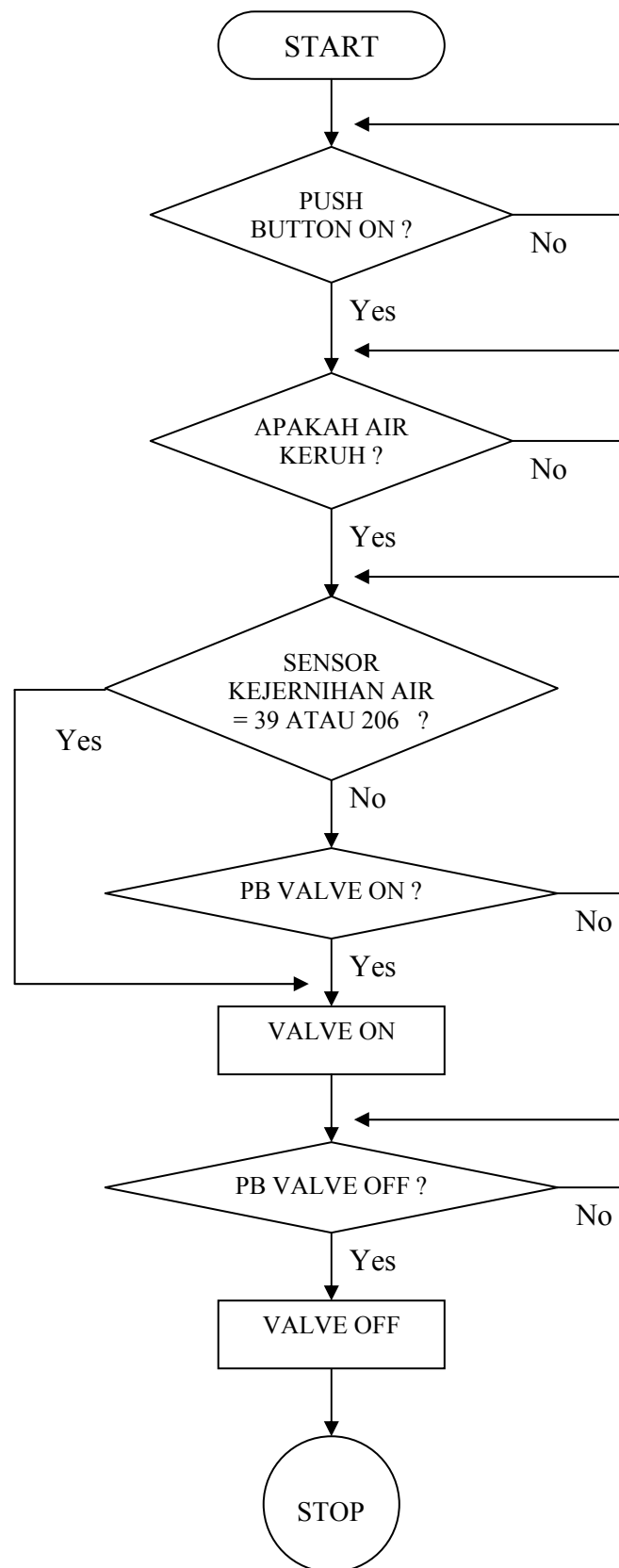
3.3.2.3. Sensor Kejernihan Air

Terdapat dua sensor kejernihan air yang terletak pada tandon I dan tandon II. Sensor kejernihan air satu pada tandon I di-set pada tegangan 2,6 Volt. Sehingga jika dikuatkan tiga kali oleh op-amp maka tegangan *output*-nya menjadi 7,8 Volt. Ini merupakan tegangan referensi dari air yang dianggap keruh. Sehingga jika pada FBD memakai histerisis, maka batas atasnya ditentukan dengan tegangan 2,7 Volt dan batas bawahnya 2,5 Volt. Jika dikuatkan tiga kali menjadi 8,1 Volt dan 7,5 Volt. tegangan ini kemudian dikonversikan dari nilai 0 – 255 pada bahasa FBD. Sehingga nilai batas atas yang dimasukkan pada FBD yaitu 206 dan batas bawahnya 191. hal ini berarti saat mencapai nilai 206 maka *valve* akan *on*.

Sensor kejernihan air dua pada tandon II di-set pada tegangan 0,13 Volt. Sehingga jika dikuatkan tiga kali oleh op-amp maka tegangan *output*-nya menjadi 1,43 Volt. Ini merupakan tegangan referensi dari air yang dianggap keruh. Sehingga jika pada FBD memakai histerisis, maka batas atasnya ditentukan dengan tegangan 0,14 Volt dan batas bawahnya 0,12 Volt. Jika dikuatkan tiga kali menjadi 1,54 Volt dan 1,32 Volt. tegangan ini kemudian dikonversikan dari nilai 0 – 255 pada bahasa FBD. Sehingga nilai batas atas yang dimasukkan pada FBD yaitu 39 dan batas bawahnya 34. hal ini berarti saat mencapai nilai 39 maka *valve* akan *on*.



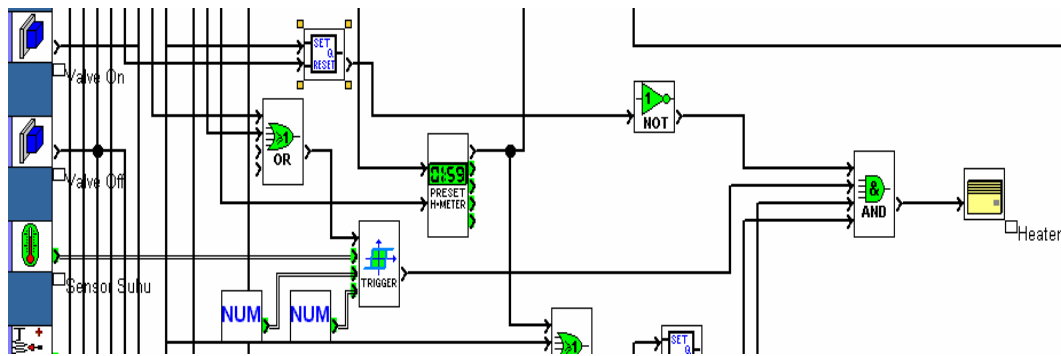
Gambar 3.26. FBD Sensor Kejernihan Air Satu dan Sensor Kejernihan Air Dua



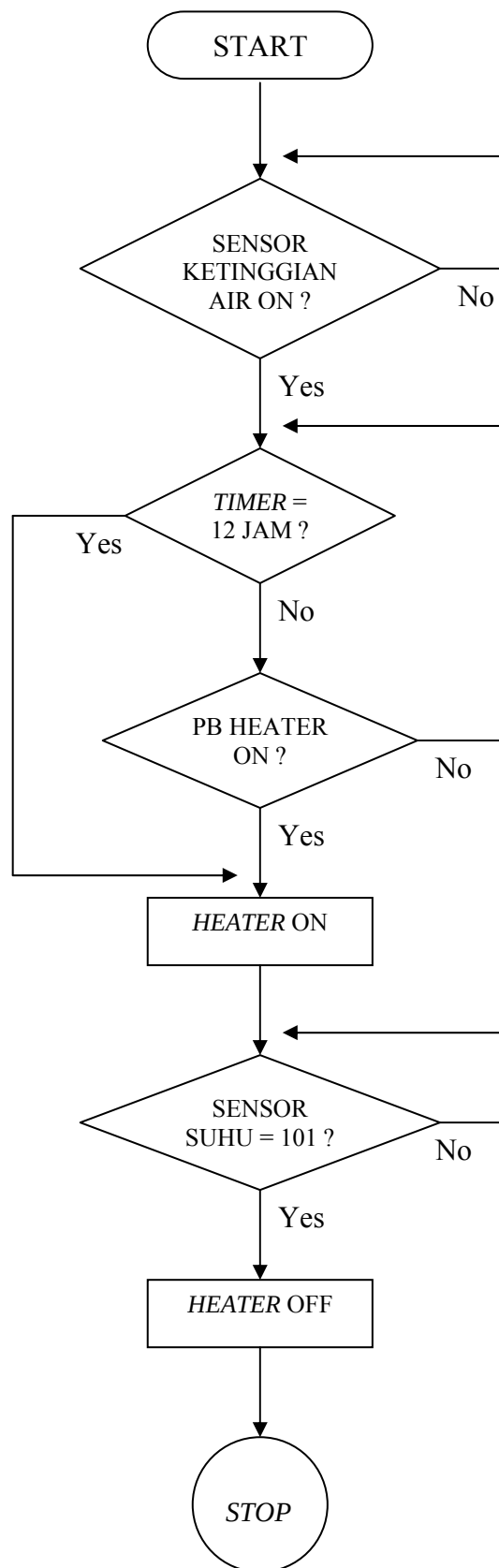
Gambar 3.27. Flowchart Sensor Kejernihan Air

3.3.2.4. Sensor Suhu

Sensor suhu berfungsi untuk mengaktifkan *heater*. Sensor suhu diharapkan akan aktif saat suhu mencapai 35 °C. Pada pemrograman dengan FBD digunakan *schmitt trigger* yang prinsipnya menggunakan histerisis. Dimana histerisis bertujuan untuk menjaga kehangatan dari suhu yang diharapkan yaitu 35 °C. Jika menggunakan histerisis, harus ditentukan batas atas dan batas bawah dari histerisis tersebut. Sehingga batas atas yang dipakai yaitu 36 °C dan batas bawahnya 34 °C. Dalam FBD suhu 36 °C sama dengan nilai 101, sedangkan suhu 34 °C sama dengan nilai 95. Ini berarti kehangatan suhu air akan tetap terjaga pada nilai 95 sampai 101. sehingga *heater* akan *off* saat *input analog* bernilai 101 dan akan aktif saat *input analog* bernilai 95.



Gambar 3.28. FBD Sensor Suhu



Gambar 3.29. Flowchart Sensor Suhu