

RANCANG BANGUN WATER LEVEL CONTROL BERBASIS RANGKAIAN TERINTEGRASI 555

THE DESIGN OF WATER LEVEL CONTROL WITH IC 555

Albert Mandagi¹, Surya Santosa²

¹Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro,
Universitas Trisakti – Jakarta

²Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jurusan Teknik Elektro,
Universitas Kristen Krida Wacana

¹albertmandagi@trisakti.ac.id

Abstrak

Water Level Control adalah sebuah alat yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada tangki penampung air. Pengaturan *level* air ini dilakukan dengan cara mengatur aktif tidaknya pompa air yang digunakan untuk memompa air ke dalam tangki tersebut. Alat ini terdiri dari rangkaian sensor tangki bawah, rangkaian sensor tangki atas, rangkaian *multivibrator* astabil, rangkaian tanda peringatan, rangkaian R-S *flip-flop*, rangkaian indikator, rangkaian penggerak *relay*, dan rangkaian catu daya. Alat ini berfungsi untuk mengatur ketinggian air pada dua buah tangki penampungan air, yaitu tangki penampungan air atas dan tangki penampungan air bawah. Tangki penampungan air bawah digunakan sebagai sumber air bagi tangki penampungan air atas. Pada saat pompa memompa air dari tangki penampungan air bawah menuju tangki penampungan air atas, maka ketinggian air pada tangki penampungan air bawah akan menurun. Apabila ketinggian air pada tangki penampungan air bawah telah berada di bawah batas yang ditentukan maka rangkaian *multivibrator* astabil akan aktif dan alat ini akan menonaktifkan pompa air walaupun ketinggian air pada tangki penampungan air atas masih berada di bawah batas yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan agar pompa air tidak rusak. Rangkaian *multivibrator* astabil yang terdapat di dalam alat berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian tanda peringatan.

Kata kunci: air, pompa, tangki, IC 555.

Abstract

Water Level Control is a device used to detect the water level in a water tank. Controlling the water level can be done by arranging the water pump activity when pumping water into the tank. This device consists of bottom tank sensor circuit, top tank sensor circuit, astable multivibrator circuit, warning signal circuit, the RS flip-flop circuit, indicator circuit, relay driver circuit and power supply circuit. The device functions to control the water levels in two water storage tanks, the top tank and the bottom tank. The bottom tank is used as a source of water for the top tank. When the pump pumps water from the bottom tank to the top tank, the water level in the bottom tank will decrease. If the water level in bottom tank bottom has reached below specified limits, the astable multivibrator circuit will be activated. The device will disable the pump even though the water level in the top tank is still below the specified limits, which purpose is to avoid damaging the water pump. The astable multivibrator circuit serves to activate a warning sign circuit.

Keywords: water, pump, tank, IC 555.

Tanggal Terima Naskah : 23 Juli 2015
Tanggal Persetujuan Naskah : 16 September 2015

1. PENDAHULUAN

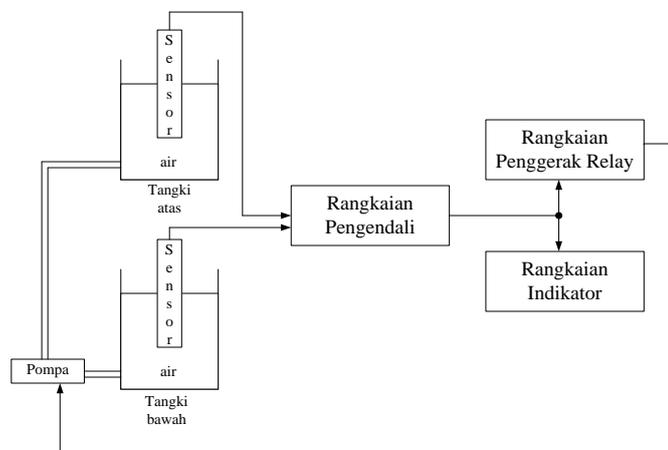
Kebutuhan air bersih di kota-kota besar semakin meningkat seiring dengan perkembangan ekonomi maupun pertumbuhan penduduk. Air bersih merupakan kebutuhan penduduk yang harus dipenuhi. Air bersih biasanya dimanfaatkan untuk warga dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Selama ini, persediaan air bersih di kota-kota besar dipenuhi oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Di Jakarta, penduduk yang berjumlah sekitar 9,6 juta jiwa, kebutuhan air bersih diperkirakan $29,6 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada tahun 2025 dengan asumsi jumlah penduduk Jakarta bertambah menjadi 14,6 juta jiwa maka kebutuhan air bersih pada saat itu akan mencapai $41,3 \text{ m}^3/\text{detik}$. Seiring dengan kebutuhan air bersih yang semakin hari semakin meningkat, tentunya PDAM kesulitan memenuhi kebutuhan air bersih di kota-kota besar seperti terlihat pada kota Jakarta, dimana masih banyak warga yang belum mendapat pelayanan PDAM. Penggunaan air bersih secara efisien merupakan solusi dari masalah tersebut.

Mengingat pentingnya air bersih bagi kehidupan manusia, banyak rumah-rumah menggunakan tangki penampungan air. Tangki penampungan air ini sangat bermanfaat untuk menyimpan persediaan air jika suatu saat air yang berasal dari PDAM tidak mengalir. Pada umumnya, tangki penampungan air ini diletakkan pada tempat yang lebih tinggi, sehingga dibutuhkan sebuah pompa air untuk mengisi tangki tersebut. Hal ini sering menimbulkan masalah ketika hendak mengisi tangki tersebut karena kita tidak dapat mengetahui dengan pasti volume air yang sudah berada di dalam tangki. Jika air yang dimasukkan sudah melewati batas daya tampung tangki, air akan terbuang sia-sia. Hal ini tidak hanya menyebabkan pemborosan penggunaan air tetapi juga pemborosan biaya listrik yang harus dikeluarkan untuk mengaktifkan pompa. Oleh karena itu, hal ini harus dapat disiasati agar kebutuhan terhadap air dan biaya listrik yang harus dikeluarkan menghasilkan nilai yang optimal. Atas pertimbangan permasalahan tersebut, akan dirancang suatu alat *Water Level Control* berbasis Rangkaian Terintegrasi 555 [1].

2. REALISASI RANGKAIAN

2.1 Konsep Dasar

Gambar 1 menunjukkan konsep dasar dari *Water Level Control*.



Gambar 1. Konsep dasar alat *Water Level Control*

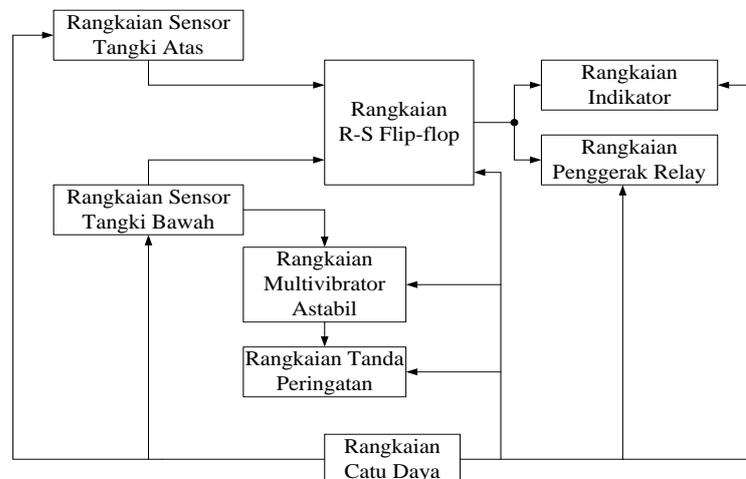
Alat *Water Level Control* ini berfungsi untuk mengatur *level* (ketinggian) air pada dua buah tangki penampungan air, yaitu tangki penampungan air atas dan tangki penampungan air bawah. Tangki penampungan air bawah berfungsi sebagai sumber air

bagi tangki penampungan atas. Air dari tangki bawah dipompa oleh sebuah pompa air menuju ke tangki atas. Pada masing-masing tangki penampungan air ini dipasangkan sensor yang berfungsi untuk menentukan batas-batas ketinggian air dimana pompa mulai aktif maupun tidak aktif.

Rangkaian pengendali pada alat ini berfungsi untuk mengatur kapan pompa air aktif dan kapan pompa air harus dinonaktifkan. Ketika ketinggian air pada tangki atas berada di bawah batas yang ditentukan maka rangkaian pengendali akan mengaktifkan rangkaian indikator dan rangkaian penggerak *relay*, sehingga pompa air akan mulai memompa air dari tangki bawah menuju tangki atas. Pompa air ini akan terus aktif sampai ketinggian air pada tangki atas telah mencapai batas yang ditentukan. Karena air pada tangki bawah dipompa menuju tangki atas, maka ketinggian air pada tangki bawah ini akan menurun. Apabila ketinggian air pada tangki bawah telah berada di bawah batas yang telah ditentukan maka rangkaian pengendali akan langsung menonaktifkan pompa air walaupun ketinggian air pada tangki atas masih belum mencapai batas yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan agar pompa air tidak mengalami kerusakan [1].

2.2 Diagram Blok

Gambar 2 menunjukkan diagram blok dari alat *Water Level Control*.



Gambar 2. Diagram blok alat *Water Level Control*

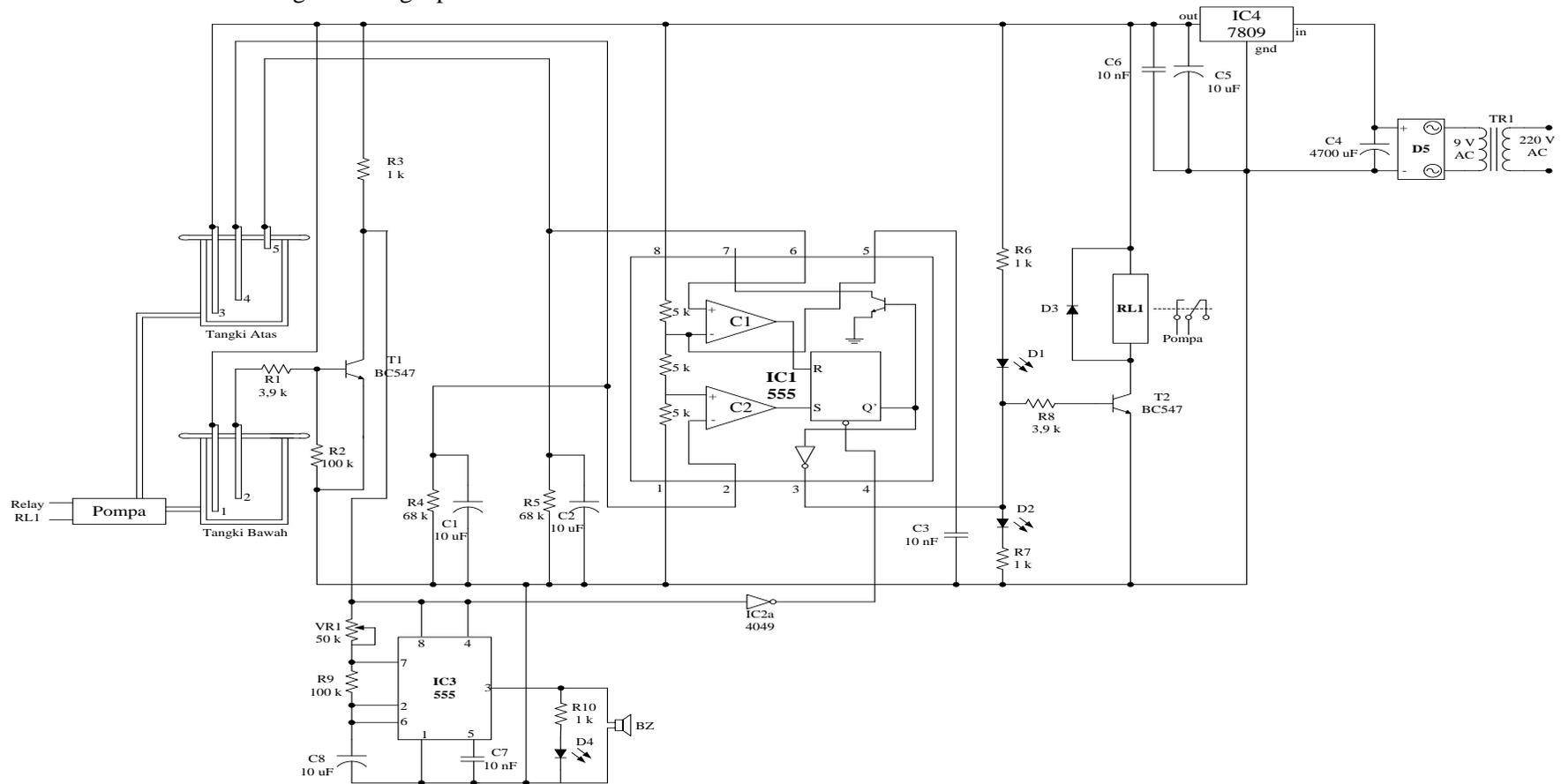
Fungsi tiap-tiap blok dari diagram blok alat *Water Level Control* adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian Sensor Tangki Atas
Rangkaian sensor tangki atas terdiri atas dua buah sensor, yaitu sensor batas bawah dan sensor batas atas. Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan indikasi, baik ketika ketinggian air pada tangki atas berada di bawah batas bawah yang telah ditentukan maupun pada saat ketinggian air pada tangki atas telah mencapai batas atas yang telah ditentukan.
2. Rangkaian Sensor Tangki Bawah
Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan indikasi, baik ketika ketinggian air pada tangki bawah telah berada di bawah batas yang sudah ditentukan maupun ketika masih berada di atas batas yang sudah ditentukan.
3. Rangkaian *Multivibrator* Astabil
Rangkaian ini berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian tanda peringatan ketika ketinggian air pada tangki bawah berada di bawah batas yang telah ditentukan.

4. Rangkaian Tanda Peringatan
Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan peringatan kepada pengguna alat bahwa ketinggian air pada tangki bawah telah berada di bawah batas yang telah ditentukan.
5. Rangkaian R-S *Flip-flop*
Rangkaian ini berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan rangkaian penggerak *relay* dan rangkaian indikator yang terhubung dengannya.
6. Rangkaian Indikator
Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan indikasi, baik ketika pompa air aktif maupun ketika pompa air tidak aktif.
7. Rangkaian Penggerak *Relay*
Rangkaian ini berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air yang digunakan di dalam alat *Water Level Control* ini.
8. Rangkaian Catu Daya
Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan catu daya kepada seluruh rangkaian alat *Water Level Control* ini [2],[3],[4],[5],[6].

2.3 Rangkaian Lengkap

Gambar 3 adalah rangkaian lengkap alat *Water Level Control*.



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan alat *Water Level Control*

2.4 Cara Kerja Rangkaian Lengkap

Seperti terlihat pada gambar 3, alat *Water Level Control* menggunakan dua buah tangki penampungan air, yaitu tangki penampungan air bawah dan tangki penampungan air atas. Tangki penampungan air atas berada di atas tangki penampungan air bawah. Tangki penampungan air bawah berfungsi sebagai sumber air bagi tangki penampungan air atas. Air dari tangki bawah dipompa oleh sebuah pompa air menuju ke tangki atas.

Pada tangki bawah terdapat dua buah batang kuningan yang digunakan sebagai sensor, yaitu batang kuningan/sensor 1 dan batang kuningan/sensor 2. Sensor 1 terhubung dengan kutub positif dari rangkaian catu daya, sedangkan sensor 2 berfungsi sebagai batas bawah ketinggian air. Apabila kedua sensor tersebut tercelup ke dalam air (ketinggian air pada tangki bawah berada di atas ujung bawah sensor 2) maka akan ada arus listrik yang mengalir dari sensor 1 menuju sensor 2. Hal ini disebabkan karena sifat air sebagai konduktor yang baik. Karena dialiri arus, maka transistor T_1 BC 547 menjadi saturasi. Pada keadaan ini *input inverter* IC 2a 4049 menjadi terhubung dengan *ground* (0 Volt) dan rangkaian *multivibrator* astabil IC₃ 555 menjadi tidak aktif. Karena *input* IC *inverter* IC 2a 4049 terhubung dengan *ground* (0 Volt), maka kaki *reset* dari R-S *flip-flop* yang terdapat di dalam pewaktu IC1 555 mendapat catu tegangan positif, sehingga R-S *flip-flop* ini menjadi aktif. Pada keadaan ini, *output* dari R-S *flip-flop* tergantung dari *input* yang diberikan pada kaki R dan kaki S.

Pada saat ketinggian air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2, maka arus tidak dapat mengalir dari sensor 1 menuju sensor 2. Hal ini menyebabkan transistor T_1 BC 547 berada dalam keadaan *cut off*, sehingga kaki *input inverter* IC 2a 4049 terhubung dengan V_{CC} . Karena *input inverter* IC 2a 4049 terhubung dengan V_{CC} , maka kaki *reset* dari R-S *flip-flop* mendapat catu tegangan 0 Volt. Hal ini menyebabkan *output* Q' dari R-S *flip-flop* menjadi *high*. Pada keadaan ini, *output* dari R-S *flip-flop* tidak dipengaruhi oleh *input* yang diberikan pada kaki R maupun kaki S. *Output* Q' dari R-S *flip-flop* ini kemudian diumpangkan ke sebuah gerbang *inverter* yang terdapat di dalam pewaktu IC1 555. Hal ini berakibat LED D_4 akan menyala, LED D_1 akan padam dan transistor T_2 BC 547 menjadi *cut off*, sehingga pompa air menjadi tidak aktif.

Ketika transistor T_1 BC 547 *cut off*, rangkaian *multivibrator* astabil IC₃ 555 menjadi aktif. Rangkaian *multivibrator* astabil ini akan menghasilkan deretan pulsa. Pulsa-pulsa yang dihasilkan oleh rangkaian *multivibrator* astabil ini digunakan untuk mengaktifkan rangkaian tanda peringatan yang terdiri dari LED D_4 dan *buzzer* BZ.

Pada tangki atas terdapat tiga buah batang kuningan/sensor, yaitu batang kuningan/sensor 3, 4 dan 5. Sensor 3 terhubung dengan kutub positif dari catu daya, sensor 4 digunakan sebagai batas bawah ketinggian air dan sensor 5 digunakan sebagai batas atas ketinggian air tangki atas.

Dimisalkan keadaan mula-mula dari tangki bawah adalah terisi penuh dengan air, sedangkan tangki atas kosong. Pada keadaan ini arus tidak dapat mengalir dari sensor 3, baik yang menuju ke sensor 4 maupun ke sensor 5. Hal ini menyebabkan kaki 2 dari pewaktu IC1 555 terhubung dengan *ground*, sehingga menyebabkan komparator C_2 menghasilkan *output high*. *Output high* ini menyebabkan *output* Q' dari R-S *flip-flop* bernilai *low*. Karena *output* Q' dari R-S *flip-flop* terhubung dengan sebuah gerbang *inverter* terlebih dahulu, maka LED D_1 akan padam sedangkan LED D_2 menjadi menyala, dan transistor T_2 BC 547 menjadi saturasi. Hal ini menyebabkan rangkaian penggerak *relay* menjadi aktif dan pompa air yang terhubung dengannya juga aktif. Pompa air ini akan terus memompa air dari tangki bawah menuju tangki atas sampai air menyentuh sensor 5. Jika ketinggian air pada tangki bawah telah berada di bawah ujung sensor 2, rangkaian R-S *flip-flop* akan menonaktifkan pompa air walaupun ketinggian air pada tangki atas masih berada di bawah sensor 5. Pompa air tidak akan aktif sampai ketinggian air tangki bawah berada di atas ujung sensor 2.

Pada saat ketiga sensor 3, 4, dan 5 yang terdapat pada tangki atas telah tercelup air, maka arus listrik akan mengalir dari sensor 3 menuju sensor 4 dan 5. Hal ini menyebabkan kaki *inverting* dari komparator C_2 dan kaki non-*inverting* dari komparator C_1 bernilai mendekati V_{CC} , sehingga *output* komparator C_2 menjadi *low* dan *output* komparator C_1 menjadi *high*. *Output high* dari komparator C_1 ini menyebabkan *output Q'* R-S *flip-flop* menjadi *high*. Hal ini berakibat LED D_1 menyala, sedangkan LED D_2 menjadi padam dan transistor T_2 menjadi *cut off*. Karena transistor T_2 *cut off*, maka pompa air yang terhubung dengan rangkaian *relay* menjadi tidak aktif. Jika kemudian ketinggian air tangki atas menurun sampai berada di bawah ujung sensor 5 namun masih di atas ujung batang kuningan 4, maka *output* komparator C_1 menjadi *low*. Pada keadaan ini *output* R-S *flip-flop* berada dalam keadaan *no change* (sama dengan keadaan sebelumnya) dan pompa air tetap berada dalam keadaan tidak aktif. Pompa air akan kembali aktif ketika ketinggian air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4 dan dengan syarat ketinggian air tangki bawah berada di atas ujung sensor 2 [2],[3],[4],[5],[6].

3. PENGUJIAN RANGKAIAN

Setelah rangkaian *Water Level Control* ini direalisasikan, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap beberapa bagian rangkaian dari alat tersebut dengan tujuan untuk mengetahui kinerja alat ini. Titik-titik pengujian dari *Water Level Control* meliputi:

Titik Uji 1: pengujian pada *output* rangkaian sensor tangki atas.

Titik Uji 2: pengujian pada *output* rangkaian sensor tangki bawah.

Titik Uji 3: pengujian pada rangkaian *multivibrator* astabil.

Titik Uji 4: pengujian pada rangkaian R-S *flip-flop*.

Titik Uji 5: pengujian pada rangkaian indikator.

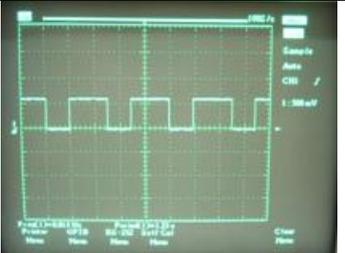
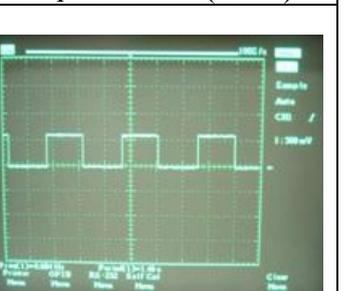
Titik Uji 6: pengujian pada rangkaian penggerak *relay*.

Hasil pengujian dari alat *Water Level Control* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

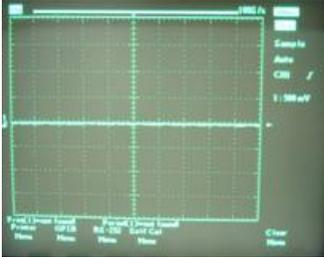
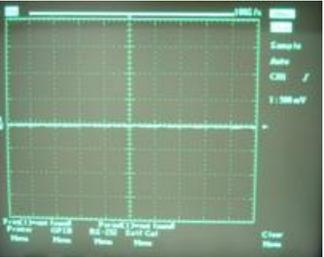
Tabel 1. Hasil pengujian *Water Level Control*

Titik Uji	Hasil Pengujian				Alat yang digunakan/ Analisis Hasil Pengujian
		Tangki kosong	Air berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Tangki penuh	
1	Multimeter1	0 V	7,2 V	7,2V	Alat yang Digunakan: 2 buah multimeter HIOKI 3000 - Analisis Hasil Pengujian: Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pada saat tangki tidak berisi air (kosong), maka tidak ada arus yang mengalir menuju sensor 4 dan sensor 5. Ketika ketinggian air pada tangki berada diantara sensor 4 dan 5, maka hanya akan ada arus yang mengalir dari sensor 3 menuju sensor 4. Pada saat tangki terisi penuh air, maka baik sensor 4 maupun sensor 5 akan dialiri arus listrik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian sensor tangki atas dapat bekerja dengan baik.
	Multimeter2	0V	0V	7,2V	

Tabel 1. Hasil pengujian *Water Level Control* (lanjutan)

Titik Uji	Hasil Pengujian		Alat yang digunakan/ Analisis Hasil Pengujian														
2		Tangki kosong Air berada diantara ujung atas sensor 2	Alat yang Digunakan: 2 buah multimeter HIOKI 3000 Analisis Hasil Pengujian: Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan transistor T_1 BC 547 pada rangkaian sensor tangki bawah akan berada dalam keadaan <i>cut off</i> ketika tangki penampungan air bawah tidak terisi air (ketinggian air berada di bawah ujung sensor 2). Pada saat sensor 2 tercelup air, maka transistor T_1 BC 547 menjadi saturasi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian sensor tangki bawah dapat bekerja dengan baik.														
	Multimeter 1	7,8 V		0 V													
	Multimeter 2	0V		7,8V													
3	Tangki kosong	Posisi variable resistor VR_1 minimum (0 Ω)	Alat yang Digunakan: Digitizing Oscilloscope GDS - 830 GW Instek Analisis Hasil Pengujian: Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan terdapat perbedaan antara hasil pengujian dengan hasil perhitungan secara teori.														
		 <p>Horizontal = 1 detik/div Vertikal = 9 Volt/div Frekuensi = 0,813 Hz Periode = 1,23 s</p>		<table border="1" data-bbox="927 1196 1337 1541"> <thead> <tr> <th rowspan="2">VR1</th> <th colspan="2">Frekuensi/ Periode Hasil</th> <th rowspan="2">Beda</th> </tr> <tr> <th>Uji</th> <th>Hitung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Min</td> <td>0,81Hz / 1,23 det</td> <td>0,72Hz / 1,38 det</td> <td>12,9%</td> </tr> <tr> <td>Maks</td> <td>0,68Hz / 1,46 det</td> <td>0,58Hz / 1,72 det</td> <td>17,9%</td> </tr> </tbody> </table>	VR1	Frekuensi/ Periode Hasil		Beda	Uji	Hitung	Min	0,81Hz / 1,23 det	0,72Hz / 1,38 det	12,9%	Maks	0,68Hz / 1,46 det	0,58Hz / 1,72 det
	VR1	Frekuensi/ Periode Hasil				Beda											
Uji		Hitung															
Min	0,81Hz / 1,23 det	0,72Hz / 1,38 det	12,9%														
Maks	0,68Hz / 1,46 det	0,58Hz / 1,72 det	17,9%														
Tangki kosong	Posisi variable resistor VR_1 maksimum (50 kΩ)	 <p>Horizontal = 1 detik/div Vertikal = 9 Volt/div Frekuensi = 0,684 Hz Periode = 1,46 s</p>															

Tabel 1. Hasil pengujian *Water Level Control* (lanjutan)

Titik Uji	Hasil Pengujian	Alat yang digunakan/ Analisis Hasil Pengujian									
3	<p style="text-align: center;">Posisi <i>variable resistor</i> VR₁ minimum (0 Ω)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Sensor 2 tercelup air</div> <div style="text-align: center;">  <p>Horizontal = 1 detik/div Vertikal = 9 Volt/div Tidak ada pulsa</p> </div> </div>										
	<p style="text-align: center;">Posisi <i>variable resistor</i> VR₁ maksimum (50 kΩ)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Sensor 2 tercelup air</div> <div style="text-align: center;">  <p>Horizontal = 1 detik/div Vertikal = 9 Volt/div Tidak ada pulsa</p> </div> </div>										
4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4</th> <th style="width: 33%;">Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5</th> <th style="width: 33%;">Air tangki atas terisi penuh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0 V</td> <td style="text-align: center;">0V</td> <td style="text-align: center;">0V</td> </tr> </tbody> </table>	Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2			Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh	0 V	0V	0V	<p>Alat yang Digunakan: 1 buah multimeter HIOKI 3000</p> <p>Analisis Hasil Pengujian: Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa <i>output R-S flip-flop</i> akan tetap bernilai <i>low</i> ketika ketinggian air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2 walaupun tangki atas tidak terisi air maupun ketika penuh terisi air. Ketika ketinggian air tangki bawah berada di atas sensor 2, maka <i>output</i> rangkaian ini ditentukan oleh keadaan ketinggian air tangki atas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian R-S <i>flip-flop</i> dapat bekerja sesuai dengan prosedur.</p>
Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2											
Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh									
0 V	0V	0V									

Tabel 1. Hasil pengujian *Water Level Control* (lanjutan)

Titik Uji	Hasil Pengujian	Alat yang digunakan/ Analisis Hasil Pengujian																								
4	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="400 456 895 490">sensor 2 tercelup air</th> </tr> <tr> <th data-bbox="400 490 568 703">Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4</th> <th data-bbox="568 490 730 703">Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5</th> <th data-bbox="730 490 895 703">Air tangki atas terisi penuh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 703 568 736">7,8V</td> <td data-bbox="568 703 730 736">7,8V</td> <td data-bbox="730 703 895 736">0V</td> </tr> </tbody> </table>	sensor 2 tercelup air			Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh	7,8V	7,8V	0V																
sensor 2 tercelup air																										
Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh																								
7,8V	7,8V	0V																								
5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="400 949 895 1016">Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2</th> </tr> <tr> <th data-bbox="400 1016 568 1229">Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4</th> <th data-bbox="568 1016 730 1229">Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5</th> <th data-bbox="730 1016 895 1229">Air tangki atas terisi penuh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 1229 568 1263">LED D1 on</td> <td data-bbox="568 1229 730 1263">LED D1 on</td> <td data-bbox="730 1229 895 1263">LED D1 on</td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1263 568 1296">LED D2 off</td> <td data-bbox="568 1263 730 1296">LED D2 off</td> <td data-bbox="730 1263 895 1296">LED D2 off</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="400 1319 895 1352">Sensor 2 tercelup air</th> </tr> <tr> <th data-bbox="400 1352 568 1565">Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4</th> <th data-bbox="568 1352 730 1565">Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5</th> <th data-bbox="730 1352 895 1565">Air tangki atas terisi penuh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 1565 568 1599">LED D1 off</td> <td data-bbox="568 1565 730 1599">LED D1 off</td> <td data-bbox="730 1565 895 1599">LED D1 on</td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1599 568 1632">LED D2 on</td> <td data-bbox="568 1599 730 1632">LED D2 on</td> <td data-bbox="730 1599 895 1632">LED D2 off</td> </tr> </tbody> </table>	Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2			Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh	LED D1 on	LED D1 on	LED D1 on	LED D2 off	LED D2 off	LED D2 off	Sensor 2 tercelup air			Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh	LED D1 off	LED D1 off	LED D1 on	LED D2 on	LED D2 on	LED D2 off	<p>Analisis Hasil Pengujian: Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa rangkaian indikator ini dapat bekerja dengan baik.</p>
Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2																										
Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh																								
LED D1 on	LED D1 on	LED D1 on																								
LED D2 off	LED D2 off	LED D2 off																								
Sensor 2 tercelup air																										
Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh																								
LED D1 off	LED D1 off	LED D1 on																								
LED D2 on	LED D2 on	LED D2 off																								

Tabel 1. Hasil pengujian *Water Level Control* (lanjutan)

Titik Uji	Hasil Pengujian			Alat yang digunakan/ Analisis Hasil Pengujian																		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="400 499 895 562">Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 562 568 775">Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4</td> <td data-bbox="568 562 727 775">Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5</td> <td data-bbox="727 562 895 775">Air tangki atas terisi penuh</td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 775 568 808">Pompa off</td> <td data-bbox="568 775 727 808">Pompa off</td> <td data-bbox="727 775 895 808">Pompa off</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="400 842 895 875">Sensor 2 tercelup air</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 875 568 1088">Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4</td> <td data-bbox="568 875 727 1088">Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5</td> <td data-bbox="727 875 895 1088">Air tangki atas terisi penuh</td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1088 568 1122">Pompa on</td> <td data-bbox="568 1088 727 1122">Pompa on</td> <td data-bbox="727 1088 895 1122">Pompa off</td> </tr> </tbody> </table>			Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2			Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh	Pompa off	Pompa off	Pompa off	Sensor 2 tercelup air			Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh	Pompa on	Pompa on	Pompa off	<p>Analisis Hasil Pengujian: Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa ketika ketinggian air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2 maka pompa air tidak aktif. Ketika ketinggian air tangki bawah telah berada di atas ujung sensor 2, maka aktif tidaknya pompa ditentukan oleh keadaan ketinggian air pada tangki atas. Dengan demikian rangkaian penggerak <i>relay</i> bekerja dengan baik.</p>
Air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2																						
Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh																				
Pompa off	Pompa off	Pompa off																				
Sensor 2 tercelup air																						
Air tangki atas berada di bawah ujung sensor 4	Air tangki atas berada diantara ujung sensor 4 dan 5	Air tangki atas terisi penuh																				
Pompa on	Pompa on	Pompa off																				

4. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Water Level Control* bekerja sesuai dengan rancangan.
2. Rangkaian sensor tangki atas dan tangki bawah bekerja sesuai dengan rancangan.
3. Pada pengujian *output* rangkaian multivibrator stabil terdapat perbedaan frekuensi antara hasil pengujian dan perhitungan, yaitu sebesar 12,9 % pada saat VR_1 minimum dan 17,9% pada saat VR_1 maksimum
4. LED D_1 dan LED D_2 digunakan sebagai indikator aktif tidaknya pompa air. Ketika pompa air tidak aktif maka LED D_1 menyala dan LED D_2 padam, sedangkan pada saat pompa air aktif maka LED D_1 padam dan LED D_2 menyala. Jadi rangkaian indikator bekerja sesuai rancangan.
5. Ketika ketinggian air pada tangki bawah berada di bawah ujung sensor 2 maka pompa air tidak aktif. Ketika ketinggian air tangki bawah telah berada di atas ujung sensor 2, maka aktif tidaknya pompa ditentukan oleh keadaan ketinggian air pada tangki atas. Dengan demikian bahwa rangkaian penggerak *relay* dapat bekerja sesuai rancangan.

REFERENSI

- [1]. Baijal, Ashok. *Electronic Projects : Water Level Controller*. Maret 2000
- [2]. Boylestad, R. & Louis N. 2012. *Electronic Devices and Circuit Theory*, 11th edition. New Jersey, Pearson Education, Inc.
- [3]. Floyd, T.L. 2012. *Electronic Devices*, ninth ed. Prentice Hall Book Co.
- [4]. Kleitz, William. 201. *Digital Electronics – A Practical Approach With VHDL*. Ninth Edition. Los Angeles : Prentice-Hall International, Inc.
- [5]. Malvino, A.P. & Bates, D.J. 2007. *Electronics Principles*, Edisi ke-7. McGraw Hill Book Co.
- [6]. Tokheim, Roger, L. 2013. *Digital electronics : Principles and Application*. Eighth Edition. Singapore : Mc Graw-Hill International