

Gambar 2. Line diagram kontrol mesin pompa pada tangki air

2.1. Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur perubahan sesuatu pada objek yang diukur. Sensor disebut juga sebagai jenis transduser yaitu suatu alat yang dapat mengubah energi dari suatu bentuk ke bentuk yang lain. Sensor ini dapat digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor dikategorikan sebagai komponen yang memegang peranan penting dalam proses pengendalian.

Dalam perancangan alat ini, penulis menggunakan dua jenis sensor dalam sistem pemicuan kontrol mesin pompa air, antara lain :

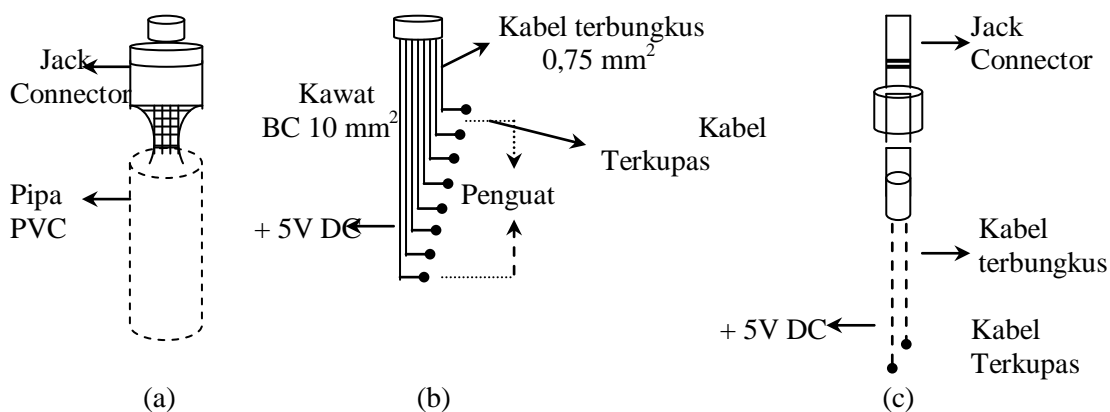
1. Sensor air
2. Sensor cahaya

2.1.1. Sensor Air

Sensor ini terdiri dari beberapa kabel atau elektroda yang terkemas dalam satu paket. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.a. di bawah ini.

Dalam hal ini, delapan level air yang akan dideteksi pada pengisian tangki air. Oleh karena itu, digunakan delapan kabel elektroda cabang dan satu elektroda induk sebagai penghantar utama arus listrik (dapat dilihat pada gambar 3.b.).

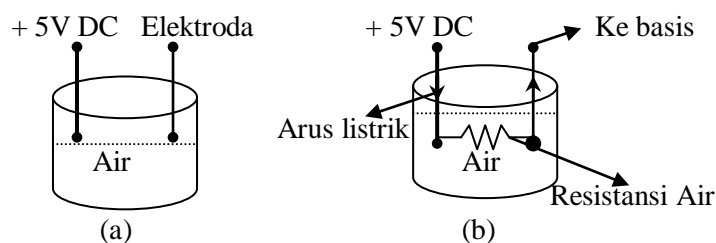
Untuk sensor sumber air (*water source*) di sumber, dapat juga menggunakan elektroda yang terkemas. Atau dapat juga hanya dengan menggunakan dua utas kabel penghantar, untuk mendeteksi ada atau tidaknya sumber air yang terukur oleh dua ujung kabel yang tekupas tersebut. Hal ini terlihat pada gambar 3.c.



Gambar 3. Isi pengawatan elektroda

Prinsip kerja *probe*, dapat dilihat pada gambar 4. Saat air belum mengenai kedua ujung *probe*, arus listrik belum mengalir ke *probe*, jadi sinyal yang diberikan ke rangkaian penguat belum ada. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.a. Setelah air mengenai kedua ujung elektroda, maka arus mulai mengalir ke ujung elektroda yang lain, dapat

dilihat pada gambar 4.b. Air merupakan zat cair yang dapat menghantar arus listrik walau ada sedikit resistansi. Arus yang mengalir ke elektroda akan menyisakan sinyal arus listrik yang kecil. Jadi, *output* dari elektroda, masuk ke *input* basis transistor penguat dan berfungsi mengaktifkan kontak relai untuk mengendalikan hidup matinya mesin pompa.



Gambar 4. Prinsip kerja *probe*

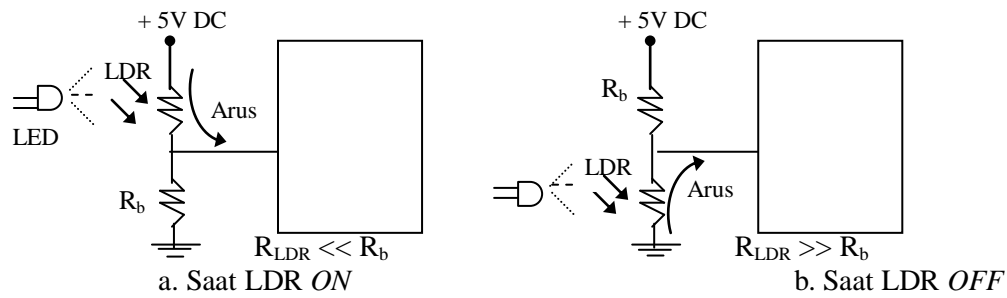
2.1.2. Sensor Cahaya

Sensor yang digunakan adalah sensor dengan komponen yang peka terhadap perubahan cahaya, disebut *photocell* (LDR). Apabila terkena sensor cahaya maka jika diukur dengan ohm-meter, kedua kaki LDR akan menunjukkan penurunan nilai tahanan. Jika tidak terkena cahaya maka LDR akan menunjukkan nilai tahanan yang tinggi sekali.

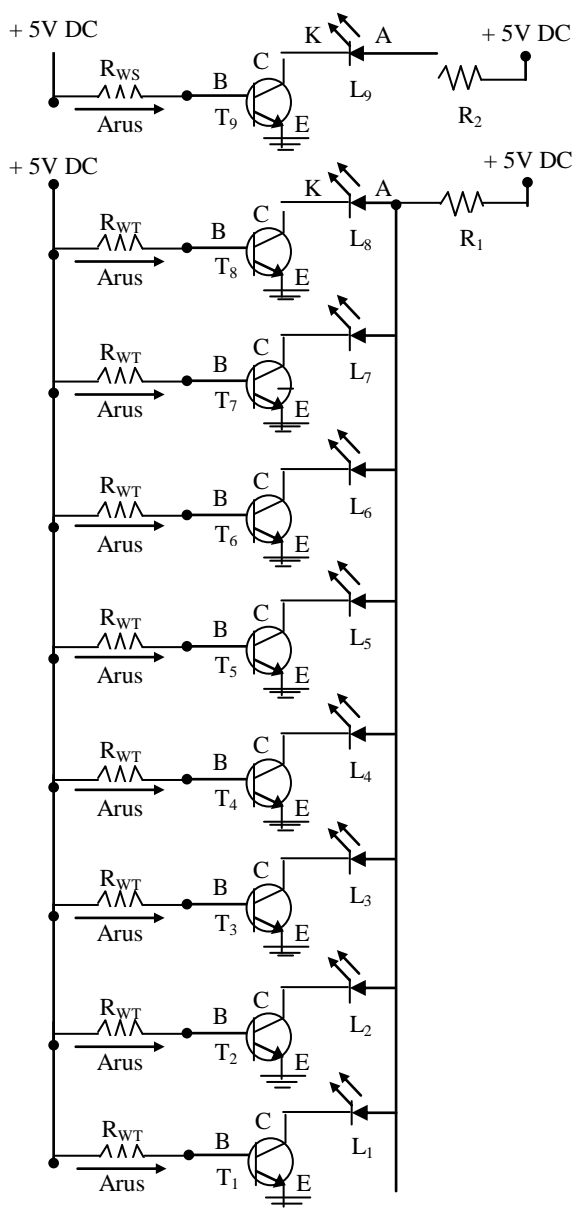
Dua bentuk penerapan prinsip kerja LDR untuk mengaktifkan kerja dari pemacu transistor (*driver*) adalah :

1. Transistor akan mengaktifkan relai apabila basis transistor mendapat tegangan dan arus yang lebih positif.
2. Basis transistor dihubungkan dengan *input* LDR sebagai pemacu utama.

Prinsip kerja LDR dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Prinsip kerja LDR



Gambar 6. Rangkaian penguat indikator

2.2. Penguat

Gambar Rangkaian Penguat Indikator ditunjukkan pada gambar 6.

Air mempunyai tahanan yaitu tahanan untuk sumber air (*water source*) dengan simbol R_{WS} dan tahanan untuk tangki air (*water tank*) dengan simbol R_{WT} , dan masing-masing tahanan digambarkan dengan simbol resistor. Arus positif yang mengalir melalui air, digunakan sebagai memicu basis transistor untuk menyalakan masing-masing lampu indikator. Lampu LED ($L_1 - L_8$) akan menyala bila kedua ujung *probe* (ditandai dengan bulatan kecil pada gambar) terkena air. Lampu ini menandakan laju tingkat kenaikan atau penyusutan air pada saat pengisian atau pengosongan air akibat pemakaian.

Transistor yang digunakan adalah transistor jenis NPN (negatif positif negatif). Kaki kolektor dari transistor dihubungkan dengan anoda LED sedangkan anoda terhubung pada sub positif 5V DC. Kaki emiter terhubung dengan negatif atau *ground*, sedangkan basisnya dihubungkan ke air (sensor atau *probe*).

Transistor disebut sebagai penguat karena arus yang diberikan pada *input* (basis) lebih kecil ($\pm 3\text{mA}$) dari arus *output* (kolektor), yang mampu menyalakan LED dengan membutuhkan arus sekitar 10mA. Perbandingan arus kolektor yang lebih besar dari arus basis, yang membedakan jenis penguat untuk masing-masing transistor, sesuai dengan karakteristiknya. Sebagai contoh, karakteristik transistor yang digunakan pada rangkaian transistor jenis NPN kode C9013 memiliki arus minimum basis $I_b = 2\text{mA}$ dan arus maksimum kolektor $I_c = 100\text{mA}$.

2.3. Penggerak Motor (Motor Driver)

Driver merupakan rangkaian penentu akhir untuk bekerja atau tidaknya motor pompa, melalui kontak-kontak bantu pensaklaran NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Closed*) dari masing-masing relai. Relai dikendalikan oleh transistor NPN dengan hubungan *common emitter* (kaki emiter terhubung ke *ground*). Transistor akan aktif jika mendapat tegangan lebih positif (lebih dari tegangan hantar dioda silikon 0,7V).

Relai Re_1 berfungsi memberikan arus dan tegangan suplai ke kumparan relai berikutnya (Re_2 dan Re_3). Relai ini akan berfungsi bila sumber air yang akan dihisap mengenai sensor air (*water sensor*). Sensor yang terkena air akan memberikan aliran arus pemicu ke basis transistor T_{10} untuk menggerakkan kontak bantu NO Re_1 . Kontak ini akan menghubungkan aliran arus ke kumparan relai Re_3 . Sedangkan kontak NO Re_1 yang lain, dihubungkan ke lampu LED sebagai indikator adanya air. Indikator adanya air diketahui dengan indikasi hidupnya lampu LED, pertanda bahwa sumber air masih tersedia.

Pada saat air di bawah level maksimum maka motor masih dalam keadaan hidup. Hal ini dilihat melalui kontak NC Re_2 yang masih dalam keadaan tersambung. Saat air mencapai level maksimum atau mengenai sensor maksimum maka transistor T_{11} mendapat arus pemicu untuk mengaktifkan Re_2 . Aktifnya kumparan Re_2 , membuat kontak bantu NC terbuka sehingga akan memutuskan aliran arus ke kumparan Re_3 dan secara otomatis juga akan memutuskan aliran arus listrik ke motor. Rangkaian Kendali Motor Pompa dapat dilihat pada gambar 7.

Relai Re_3 berfungsi untuk menggerakkan motor atau kontak NO₁, yang akan melewati arus AC ke motor. Pemakaian kontak NO₃ agar kontak bantu NO₁ dan NO₂ tidak lepas setelah pemicuan TR₁₂ berakhir. Transistor tersebut hanya dipicu sesaat untuk mengaktifkan relai. Untuk pemberian arus berikutnya, diambil alih oleh kontak NO₃, yang akan menghubungkan arus

negatif untuk mempertahankan kumparan dalam keadaan diberi energi ataupun menahan semua posisi kontak bantu NO dalam keadaan tersambung.

Berfungsinya relai Re_3 bila air di dalam *water tank* kosong atau di bawah level sensor minimum. Berfungsinya relai Re_3 dapat juga dipilih dengan menukar posisi *select switch* ke posisi medium untuk mengaktifkan Re_3 . Tidak adanya air yang mengenai salah satu posisi level tersebut, membuat transistor TR₁₂ menjadi terpicu dan otomatis Re_3 bekerja.

3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang suatu alat yang dapat mendeteksi kondisi tangki air, seperti :

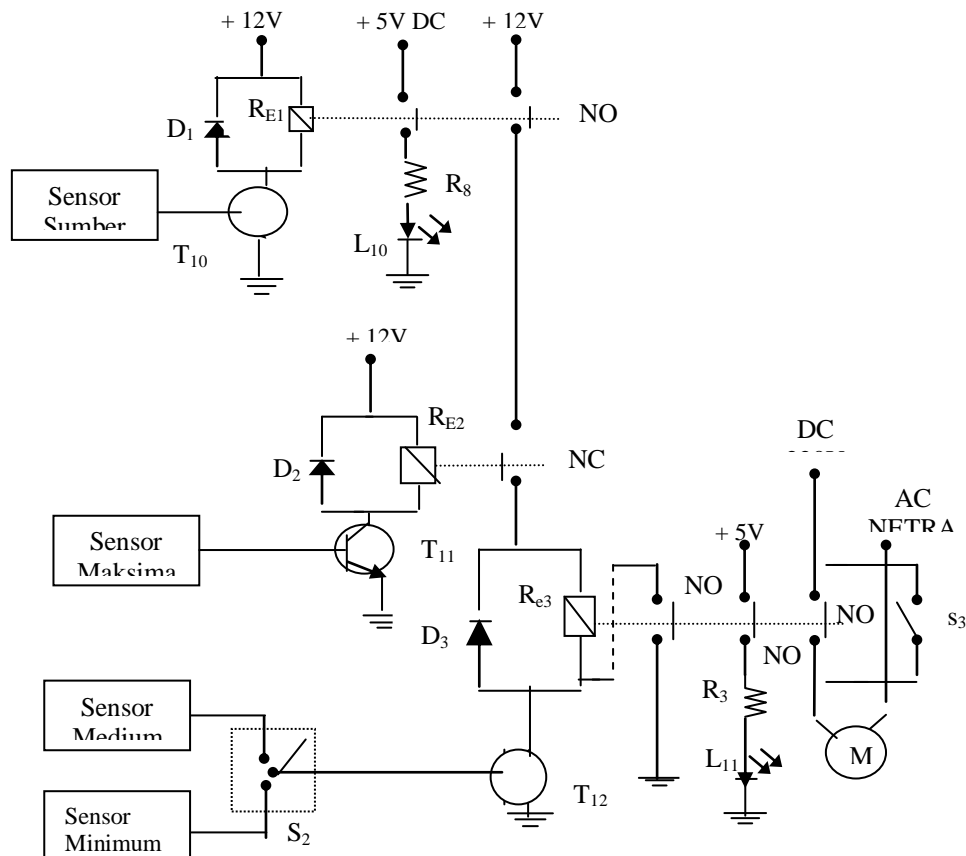
- apakah tangki air dalam keadaan kosong?
- sudah sampai di level mana air berada?
- apakah tangki berisi air hanya separuh saja atau sudah penuh terisi air?

Perancangan alat ini juga untuk menghindari pengisian air yang berlebih (*overflow*) karena tidak adanya tanda yang dapat menyatakan pengisian tangki air sudah selesai.

4. Bahan Dan Metoda Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rangkaian Listrik dan Elektronika Dasar, Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas Riau. Untuk keperluan simulasi, maka dibutuhkan bahan berupa air bersih yang ada di lingkungan laboratorium. Di samping itu peralatan yang dibutuhkan untuk keperluan simulasi adalah :

1. Wadah air sumber, berupa tabung kaca dengan tinggi 35cm dan diameter 17cm.
2. Wadah air tempat pengisian air, tabung kaca dengan tinggi 30cm, diameter 14cm.
3. Pipa untuk menghisap air dari sumber air dan menyalurkan air ke tangki air, berdiameter 1½ cm dan 1 cm dengan panjang masing-masing 3 meter.



Gambar 7. Rangkaian kendali motor pompa

Disamping peralatan di atas, komponen-komponen lain yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah trafo, relay, resistor, kondensator elektrolit (ELCO), Dioda Silikon (Si), *Light Emitting Dioda* (LED), Transistor Bipolar, *Light Dependent Resistor* (LDR), Dioda *Bridge*, transistor, *probe* dan saklar.

Dalam penelitian ini, metoda yang digunakan adalah metoda membuat Rangkaian Simulasi Pengontrolan Pendeteksi Volume Pada Tangki Air Yang Dilengkapi Dengan Indikator LED dan menganalisa prinsip kerja dari rangkaian simulasi.

5. Hasil Dan Pembahasan

5.1. Prinsip Kerja Rangkaian

Cara kerja alat kontrol penentuan level pada tangki air, dimulai dari pengisapan air dari sumber air sampai akhirnya dialirkan ke dalam suatu wadah. *Water source* adalah

sumber air yang menjadi sumber awal pengoperasian. Dalam *water source* terdapat elektroda (PR_1), yang merupakan sensor untuk mendeteksi apakah sumber air masih tersedia.

Sensor akan mengaktifkan transistor penguat T_9 dan tampilan nyala lampu indikator LED L_2 . Hal ini akan terjadi bila air dalam sumber menyentuh PR_1 . Hidupnya L_9 menandakan sumber dalam keadaan berair. Hidupnya LED tersebut membuat sensor cahaya LDR1 mendapat cahaya, yang akhirnya memicu pengaktifan transistor T_{10} dan menggerakkan semua kontak NO Re_1 . Terhubungnya kontak NO Re_1 , memberikan arus ke transistor T_{12} . Secara otomatis, hal ini mengaktifkan relay Re_3 dan kontak bantunya, terutama kontak NO_1 Re_3 yang akan menghubungkan aliran arus listrik AC ke motor pompa.

Hidupnya motor pompa akan menghisap air dalam sumber dan keluarannya

akan ditampung dalam sebuah tangki (*water tank*). Berapa banyaknya air yang diinginkan sewaktu pengisian, hanya dalam tiga batas utama pengontrolan yang diterapkan. Tiga batas utama pengontrolan air ini terdiri dari batas minimum, medium dan maksimum. Untuk mengetahui berapa ketinggian air yang diisi dalam wadah, digunakan delapan level sebagai simulasi pengontrolan. Tiap-tiap level dari ketinggian air diekivalenkan sebesar 1cm dengan level berikutnya. Kedelapan level air ini akan dibaca oleh sensor, melalui delapan elektroda cabang dan satu elektroda utama. Elektroda utama berfungsi sebagai *input* sumber tegangan. Sedangkan elektroda cabang lainnya berfungsi sebagai *output* yang diteruskan ke rangkaian penguat transistor, dan nantinya akan ditransfer menjadi delapan LED lampu indikator dari tiap-tiap level kenaikan air dalam tangki. Seiring dengan hidupnya pompa (air mengalir dalam tangki), saat itu juga air dalam tangki mulai naik dan mengenai elektroda cabang pertama sampai akhirnya menyentuh elektroda ke delapan (maksimum). Jika elektroda ke delapan sudah dicapai, transistor T8 (posisi maksimum) mendapat arus piciuan dan T₁₁ akan mengaktifkan relai Re₂. Kontak NC Re₂ akan terbuka sehingga akan memutuskan aliran arus ke relai Re₃ dan

mesin pompa. Terputusnya aliran arus ke motor, menandakan motor pompa tidak diijinkan lagi mengisi tangki air.

Beroperasinya kembali mesin pompa, bila air dalam tangki mulai menyusut sampai akhirnya air di bawah level medium atau minimum yang diinginkan untuk kembali dihidupkan. Hal ini dapat dilakukan dengan memindahkan salah satu posisi saklar pilih (S₂), pada level 4 atau 1. Bila air di bawah level tersebut maka LED indikator tidak akan menyala, yang akibatnya LDR tidak mendapat cahaya. Hal ini membuat transistor T₁₂ terpicu dan Re₃ akan bekerja kembali mengaktifkan mesin pompa.

Hal ini akan berlangsung secara kontinu dan otomatis pengaktifan pompa secara langsung dapat dilakukan, yaitu dengan menghubungkan *manual switch* yang letaknya paralel dengan kontak Bantu NO₁ Re₃. Hal ini untuk mengantisipasi bila pengontrolan secara otomatis tidak dapat digunakan.

5.2. Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 4 di bawah.

Tabel 1. Posisi LED yang menyala jika saklar S₂ dipilih ke level 1

Posisi Air (Dibawah Level)	Posisi LED Yang Menyala Pada Level							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
2	On	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
3	On	On	Off	Off	Off	Off	Off	Off
4	On	On	On	Off	Off	Off	Off	Off
5	On	On	On	On	Off	Off	Off	Off
6	On	On	On	On	On	Off	Off	Off
7	On	On	On	On	On	On	Off	Off
8	On	On	On	On	On	On	On	Off
Tepat di Level 8	On	On	On	On	On	On	On	On

Tabel 2. Posisi LED yang menyala jika saklar S_2 dipilih ke level 4

Posisi Air (Dibawah Level)	Posisi LED Yang Menyala Pada Level							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	On	On	On	On	Off	Off	Off	Off
2	On	On	On	On	Off	Off	Off	Off
3	On	On	On	On	Off	Off	Off	Off
4	On	On	On	On	Off	Off	Off	Off
5	On	On	On	On	Off	Off	Off	Off
6	On	On	On	On	On	Off	Off	Off
7	On	On	On	On	On	On	Off	Off
8	On	On	On	On	On	On	On	Off
Tepat di Level 8	On	On	On	On	On	On	On	On

Dari hasil penelitian pada Tabel 1 dan Tabel 2 di atas, terlihat kondisi setiap LED yang menyala jika saklar S_2 dipilih ke level 1 dan level 4. Jika saklar S_2 dipilih ke level 1 berarti air dalam tangki masih kosong karena itu semua lampu LED (lampu L1 – L8) dalam keadaan *OFF* (mati). Ketika air sudah mencapai level 1 maka lampu LED L1 *ON* (menyala). Pompa tetap mengisi tangki air sampai mencapai level 2 dan lampu LED L2 akan *ON* (hidup) sewaktu air sudah mencapai level 2. Demikian seterusnya sampai air mencapai level 8. Setelah air mencapai level 8 maka LED L8 akan menyala dan pompa akan mati, berarti tangki air sudah terisi penuh.

Jika saklar S_2 dipilih ke level 4 berarti tangki sudah terisi air sampai level 4, jadi

LED L1 – L4 dalam keadaan *ON* (hidup). Ketika air sudah mencapai level 5 maka lampu LED L5 menyala. Pompa tetap mengisi tangki air sampai mencapai level 6 dan lampu LED L6 akan hidup sewaktu air sudah mencapai level 6. Demikian seterusnya, sampai air mencapai level 8. Setelah air mencapai level 8 maka LED L8 akan menyala dan pompa akan mati, berarti tangki air sudah terisi penuh.

Jika sensor sudah membaca kondisi air di tangki air pada level 8 dan LED L1 – L8 menyala, berarti tangki air sudah penuh maka pompa tidak akan hidup. Waktu pengisian tangki air yang dibutuhkan, dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Data waktu pengisian tangki air dengan pipa berdiameter 1 cm

Dibawah Level Sensor	Jarak Sumber Air (Water Source) Dan Tangki Air (Water Tank)	
	50 Cm/Waktu Pengisian (Detik)	100 Cm/Waktu Pengisian (Detik)
1	28	59
2	60	121
3	96	190
4	132	262
5	171	343
6	213	425
7	260	517
8	300	610

Tabel 4. Data waktu pengisian tangki air dengan pipa berdiameter 1½ cm

Dibawah Level Sensor	Jarak Sumber Air (Water Source) Dan Tangki Air (Water Tank)	
	50 Cm/Waktu Pengisian (Detik)	100 Cm/Waktu Pengisian (Detik)
1	18	49
2	40	102
3	67	160
4	94	218
5	127	280
6	160	345
7	197	298
8	240	355

Dari data hasil penelitian pada Tabel 3 dan Tabel 4 di atas, terlihat bahwa jarak sumber air (*water source*) ke tangki air (*water tank*) mempengaruhi lama waktu pengisian tangki air. Semakin jauh jarak sumber air ke tangki air maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki air, untuk besar pipa air yang sama.

Disamping itu, besar dan kecilnya diameter pipa yang digunakan untuk menghisap air dari sumber air dan menyalurkannya ke tangki air juga turut mempengaruhi waktu pengisian tangki air. Semakin besar pipa air yang digunakan maka semakin sedikit waktu pengisian tangki air yang dibutuhkan untuk jarak sumber air dan tangki air yang sama.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

- Dengan menggunakan rancangan pengontrol volume pada tangki air dilengkapi dengan indikator LED, dapat dihindari terjadinya pengisian air yang berlimpah (*over flow*) pada tangki air karena adanya tanda dari lampu LED yang menunjukkan kondisi air dalam tangki.
- Karena rancangan pengontrol volume pada tangki air dilengkapi dengan indikator LED dan tidak dilengkapi dengan *timer*, maka masih diperlukan pemantauan terhadap hidup tidaknya LED untuk melihat apakah air sudah penuh atau tidak dalam tangki air. Hal ini berarti masih harus disediakan

faktor manusia untuk melihat kondisi tangki air selama alat ini dipakai.

6.2. Saran

- Di masa yang akan datang, untuk meningkatkan kinerja dan efisien rancangan pengontrol volume pada tangki air agar dilakukan penelitian lebih lanjut tentang rancangan pengontrol volume pada tangki air dengan menambahkan *timer* sehingga ketergantungan faktor manusia untuk pemantauan terhadap penuh tidaknya tangki air dapat dieliminasi.

Daftar Pustaka

- [1] Bishop O., 1995, *Understand Electronics*, Cetakan Pertama, Penerbit Butterworth Heinemann Ltd, Inggris.
- [2] Ceng G. L., MIEE, 1994, *Pengujian Elektronik Dan Diagnosa Kesalahan*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [3] Pakpahan S., 1994, *Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan*, Penerbit Erlangga.
- [4] Petruzella F. D., 2001, *Elektronik Industri*, Penerbit Andi Yogyakarta.
- [5] Shrader R. L., 1999, *Komunikasi Elektronika*, Edisi Lima Jilid 1, Penerbit Erlangga.