



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/>

| e- ISSN : 2460-5263 (Online) | p- ISSN : 2443-4167 (Print) |

Penerapan *Voltage Level Detector (VLD) With Hysteresis* Untuk Kontrol Level Air

Noptin Harpawi¹, M Susantok² dan Yuli Triyani³

¹Politeknik Caltex Riau, Teknik Telekomunikasi, email: noptin@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika D4, email: santok@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika D4, email: yuli@pcr.ac.id

Abstrak

Permasalahan kontrol dan monitoring level air dalam suatu wadah merupakan isu yang selalu ada. Baik dari segi metode sebagai solusi permasalahan maupun dari segi studi kasusnya selalu berkembang. Namun ada kesamaan dalam setiap studi kasusnya yaitu menentukan nilai level threshold sebagai ambang batas yang diinginkan. Metode voltage level detector with hysteresis menawarkan metode yang lebih sederhana dalam menentukan nilai ambang batas yang secara umum dari pada metode yang lain menggunakan logika 0 dan 1 atau on dan off. Metode on-off secara umum akan mengalami kesulitan jika sinyal masukan ke sistem tidak stabil dikarenakan berbagai sebab gangguan atau noise. Fungsi hysteresis ini menjadikan fleksibel dalam pengaturan level tegangan yang diinginkan sebagai nilai ambang batas atas dan bawah. Dalam implementasinya nilai ambang batas ini digunakan untuk memantau level ketinggian air atau volume air dalam suatu wadah. Hasil pengujian dari rangkaian ini memiliki tingkat kesuksesan sebesar 100%. Mesin pompa akan nonaktif pada level wadah 80% dan pompa akan aktif pada level wadah 20%.

Kata kunci: voltage level detector, hysteresis, tegangan threshold

Abstract

Control and monitoring problems of water levels in a tank is always an issue. As a solution, methods and case studies are always evolving. However, there are similarities in each case study, namely determining the threshold level value according to the desired level. The voltage level detector with hysteresis method offers a simpler method in determining the threshold value than other methods that use logic 0 and 1 or on and off. The on-off method in general will fail if the input signal to the system is unstable due to various causes of interference. This hysteresis function makes it flexible in setting the desired voltage level as the upper and lower threshold values. In implementation, this threshold value is used to monitor the water level or volume of water in a tank. The test results of this method have a success rate of 100%. The water pump will stop at 80% tank level and the pump will start at 20% tank level.

Keywords: voltage level detector, hysteresis, threshold voltage

1. Pendahuluan

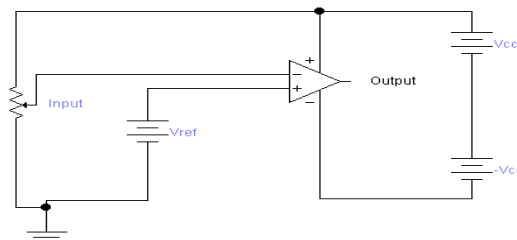
Salah satu isu yang menjadi perhatian dunia saat ini adalah perihal energi, selain mencari solusi untuk memunculkan energi terbarukan, penting juga untuk melakukan rekayasa keteknikan untuk mendapatkan *awareness* perihal penghematan energi. Salah satunya adalah pengisian air ke tempat penampungan air yang terkontrol untuk menghindari tumpahnya air karena pompa air tetap aktif, atau borosnya penggunaan energi listrik akibat pompa terlalu sering on-off dikala level air berkurang sedikit saja dari level maksimum. Kondisi ini sering dijumpai di skala rumah tangga, yaitu pada saat pengisian air pada penampungan air rumah tangga didapati air meluap dan tertumpah akibat pompa air yang aktif dan terus mengisi penampungan air. Beberapa metode sudah dilakukan bahkan dalam bentuk komersial seperti alat “saklar otomatis pompa” yang menggunakan metode mekanik [1], dan beberapa alat yang menggunakan mikro sebagai *controller* untuk menentukan pompa aktif atau nonaktif berdasarkan pembacaan sensor atas ketinggian air dalam penampungan air yang dikehendaki [2]. Selain itu op-amp juga sudah pernah diterapkan tetapi dengan metode komparasi tanpa hysteresis sehingga membutuhkan banyak op-amp [3].

Penelitian ini menggunakan metode yang berbeda dari sebelumnya yaitu dengan konsep *electrical* bukan mekanik serta tidak menggunakan mikrokontroler sebagai aktuator dari data sensor, melainkan menggunakan rangkaian komparator Op-Amp yang lebih sederhana dan tentunya murah dibanding dengan mikrokontroler. Metode *Voltage Level Detector with Hysteresis* diimplementasikan pada rangkain Op-Amp dengan tujuan menjadikan fungsi kontrol dan aktuator terhadap pembacaan sensor lebih fleksibel dan mudah [4]. Penentuan batas atas dan bawah atau nilai *threshold* dari pembacaan data sensor yang diinginkan hanya melalui *tuning* nilai resistansi dalam sistem rangkaian melalui komponen potensiometer.

2. Tinjauan Pustaka

Komparator adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk membandingkan tegangan input terhadap suatu tegangan referensi kemudian mengeluarkan output tertentu sesuai dengan kondisi perbandingan tersebut [5] [6]. Rangkaian komparator dapat dibuat dengan memanfaatkan komponen integrated linear atau Op Amp. Komparator digunakan antara lain pada rangkaian *Schmitt Trigger*, *Zero Crossing Detector*, *Voltage Level Detector*, dan *Oscillator*.

Rangkaian ADC adalah salah satu contoh rangkaian yang memanfaatkan operasi komparator [7]. Aplikasi penentuan untuk penentuan level air pun telah dilakukan dengan menggunakan rangkaian voltage level detector biasa [3]. Kelemahan dari metode ini adalah memerlukan banyak Op Amp. Sementara prinsip hysteresis telah diaplikasikan pada rangkaian on-off, agar terhindar dari noise [8]. *Voltage Level Detector* (VLD) adalah rangkaian komporator yang membandingkan tegangan input dengan suatu tegangan referensi tertentu (Tegangan referensi tidak boleh sama dengan nol). Gambar 1 menunjukkan contoh rangkaian skematik *Voltage Level Detector*.

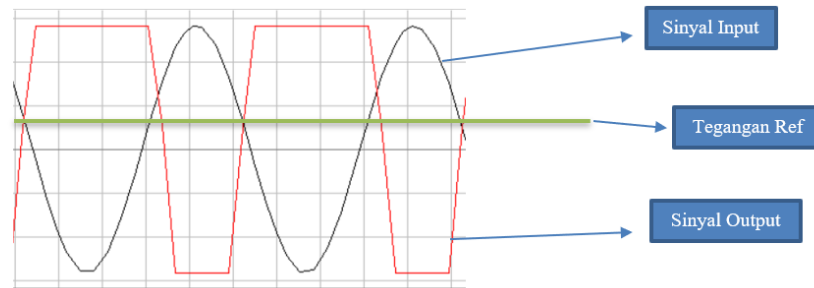


Gambar 1. Skematik VLD

Output dari rangkaian VLD hanya ada dua kondisi yaitu $+V_{sat}$ dan $-V_{sat}$. Dimana nilai V_{sat} mengikuti persamaan berikut:

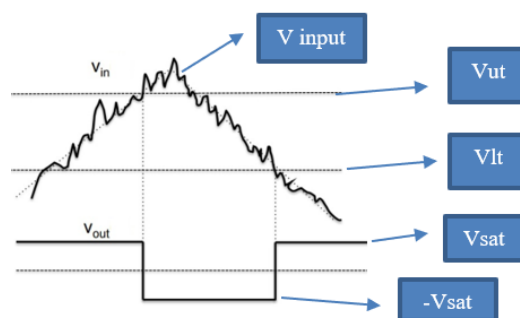
$$V_{sat} = V_{cc} - 10\%V_{cc} \quad (1)$$

Berdasarkan letak tegangan input, VLD dibedakan menjadi dua yaitu Inverting VLD dan Non inverting VLD. Pada inverting VLD, output akan bernilai V_{sat} jika tegangan input lebih kecil dari tegangan referensi. Sedangkan pada non inverting VLD, output akan bernilai V_{sat} jika tegangan input lebih besar dari tegangan referensi. Contoh hubungan input output pada rangkaian inverting VLD seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan input output pada rangkaian VLD

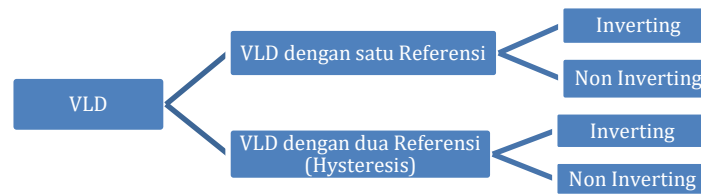
Jika diinginkan suatu kondisi dimana output akan berubah saat tegangan input mencapai tegangan referensi level tertentu (V_{ut}) dan output hanya akan berubah lagi jika tegangan input mencapai tegangan referensi pada level yang lain (V_{lt}) maka dibutuhkan suatu modifikasi pada VLD yang disebut dengan VLD *with Hysteresis*. Hubungan sinyal input dan output pada rangkaian VLD with Hysteresis seperti pada Gambar 3 [9].



Gambar 3. Hubungan input output pada rangkaian VLD *with hysteresis*

Hal ini dapat dimanfaatkan untuk pengontrolan ketersediaan air pada suatu wadah. Kondisi wadah terisi 80% diwakili oleh V_{ut} , sedangkan kondisi wadah terisi 20% diwakili oleh V_{lt} . Dengan kondisi seperti ini maka pompa air akan aktif untuk mengisi wadah dari level 20% menuju level 80% (saat kondisi output adalah V_{sat}). Ketika level 80% tercapai maka pompa akan tidak aktif (kondisi output berubah menjadi $-V_{sat}$). Jika air digunakan untuk berbagai keperluan sehingga level air turun ke level 20%, maka pada saat level 20% tersentuh pompa akan kembali aktif (kondisi output rangkaian kembali berubah menjadi V_{sat}). Kondisi VLD seperti ini disebut dengan Inverting VLD *with Hysteresis*.

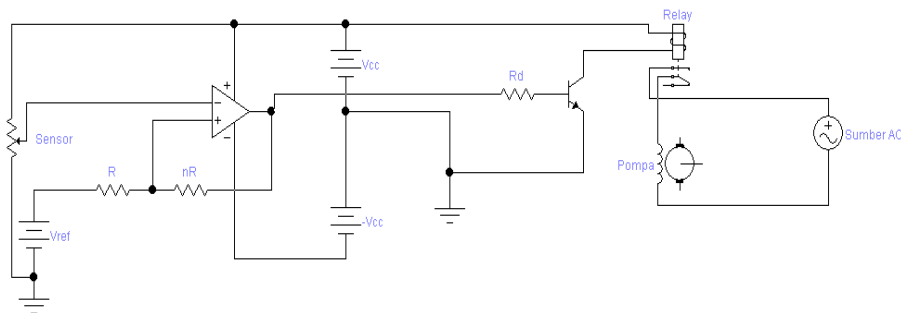
Dengan demikian maka dapat dibuat suatu pembagian dari rangkaian *Voltage Level Detector* ini. VLD terdiri atas dua jenis yaitu VLD dengan satu referensi dan VLD dengan dua referensi (*Hysteresis*). Masing-masing dari jenis tadi terbagi lagi menjadi dua yaitu inverting dan non inverting seperti pada bagan Gambar 4.



Gambar 4. Klasifikasi VLD

3. Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari dua bagian utama yaitu *hardware* dari *Voltage Level Detector with Hysteresis* dan rangkaian driver pompa air, sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Voltage Level Detector with Hysteresis dan Rangkaian Driver

Jenis VLD yang digunakan adalah *Inverting VLD with Hysteresis*. Nilai V_{ut} dan V_{lt} dirancang sesuai dengan Persamaan (2) dan Persamaan (3)

$$V_{ut} = \frac{n}{n+1} V_{ref} + \frac{V_{sat}}{n+1} \quad (2)$$

$$V_{lt} = \frac{n}{n+1} V_{ref} - \frac{V_{sat}}{n+1} \quad (3)$$

Dimana,

V_{ut} : Tegangan upper threshold

V_{lt} : Tegangan lower threshold

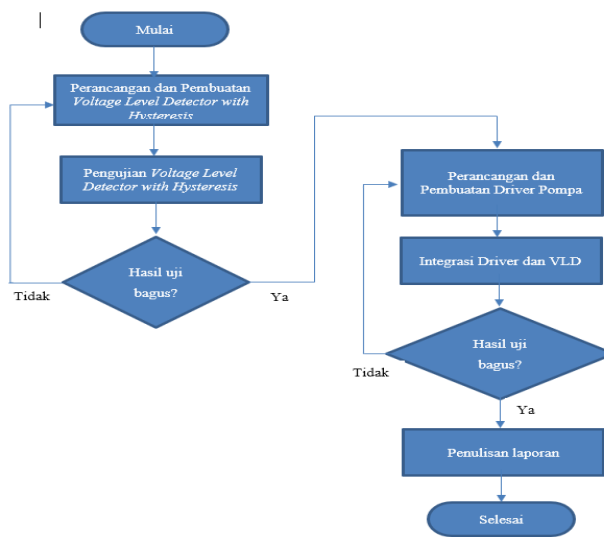
V_{ref} : Tegangan referensi

n : Konstanta pengali nilai resistansi umpan balik positif Op Amp

V_{sat} : Tegangan output Op Amp

4. Pengujian dan Hasil

Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.

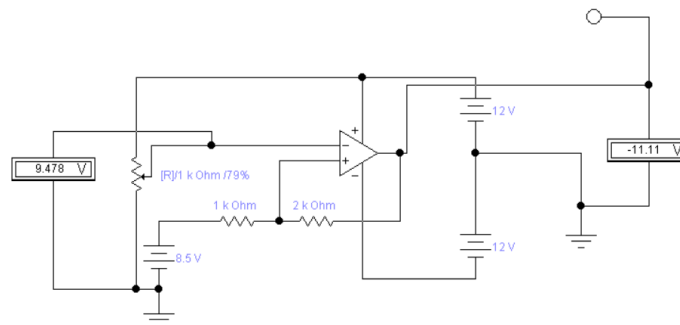


Gambar 6 Diagram Alir Penelitian

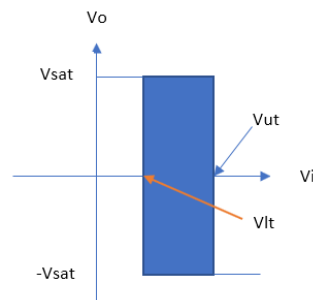
Pengujian terbagi menjadi dua tahap, yaitu pengujian tahap simulasi dan pengujian tahap implementasi. Pengujian simulasi dilakukan sesuai skematik rangkaian di komputer. Selanjutnya untuk pengujian implementasi dilakukan beberapa penyesuaian terlebih dahulu, yaitu berupa penggantian potensiometer menjadi sensor level wadah yang terdiri atas 3 konduktor dan penyesuaian berupa penambahan rangkaian driver di sisi output sehingga kuat mengaktifkan mesin pompa.

4.1 Pengujian Tahap Simulasi

Sebelum dilakukan implementasi, maka terlebih dahulu rangkaian *VLD with Hysteresis* disimulasikan sebagaimana tercantum pada Gambar 7.

Gambar 7. Simulasi *VLD with Hysteresis*

Jenis VLD yang digunakan adalah *Inverting VLD with Hysteresis*. Karakteristik operasi dari rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Karakteristik Input-Output *Inverting VLD with Hysteresis*

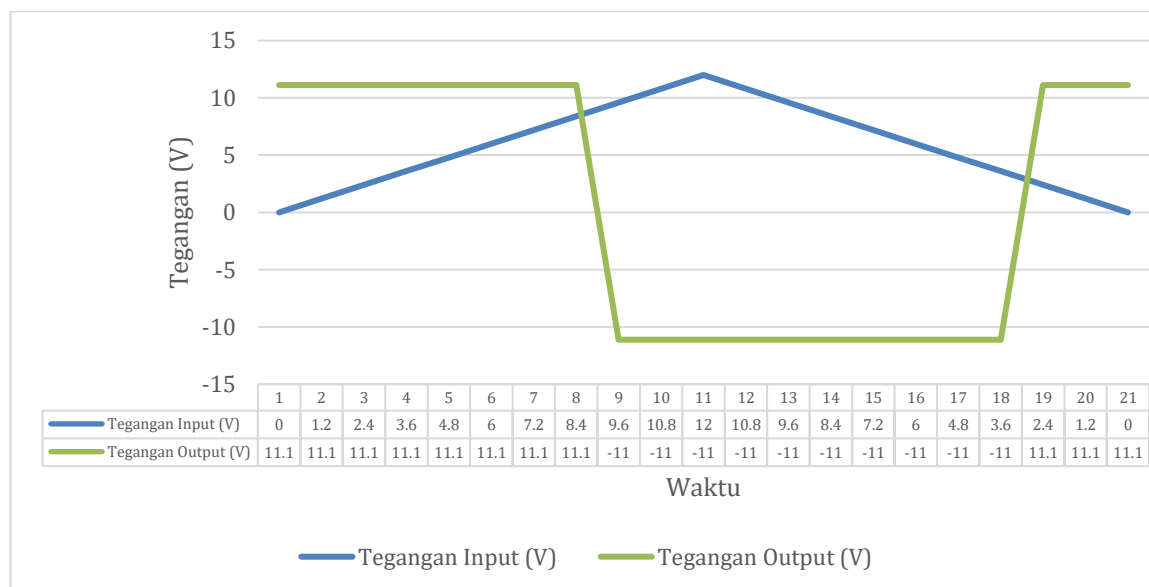
Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa ketika input belum mencapai nilai V_{ut} (tegangan *upper threshold*) maka Op Amp akan mengeluarkan output sebesar V_{sat} . Jika input telah mencapai nilai V_{ut} maka Op Amp akan mengeluarkan output sebesar $-V_{sat}$. Nilai ini akan tetap dipertahankan oleh output sampai nilai input kembali mencapai V_{lt} (tegangan *lower threshold*). Nilai V_{ut} dan V_{lt} inilah yang nantinya akan mewakili kondisi level air 80% dan 20%. Nilai

Pada simulasi digunakan V_{cc} sebesar 12 V sehingga maka didapatkan pendekatan nilai V_{sat} sebesar 11 V. Karena input terhubung dengan potensiometer yang mendapat suplai dari V_{cc} , maka nilai V_{ut} yang mewakili level 80% dan V_{lt} yang mewakili level wadah 20% didapatkan nilainya adalah:

$$V_{ut} = 80\% \times 12 \text{ V} = 9,6 \text{ V}$$

$$V_{lt} = 20\% \times 12 \text{ V} = 2,4 \text{ V}$$

Nilai V_{ut} dan V_{lt} di atas kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai 'n' dan ' V_{ref} '. Dengan menggunakan Persamaan (2) dan (3) didapatkan nilai **n** adalah 2 dan nilai **V_{ref}** adalah 8,5V. Dengan memisalkan nilai R adalah 1 K Ω , dan memberikan nilai n R beserta V_{ref} ke rangkaian maka didapatkan data simulasi seperti pada grafik Gambar 9.



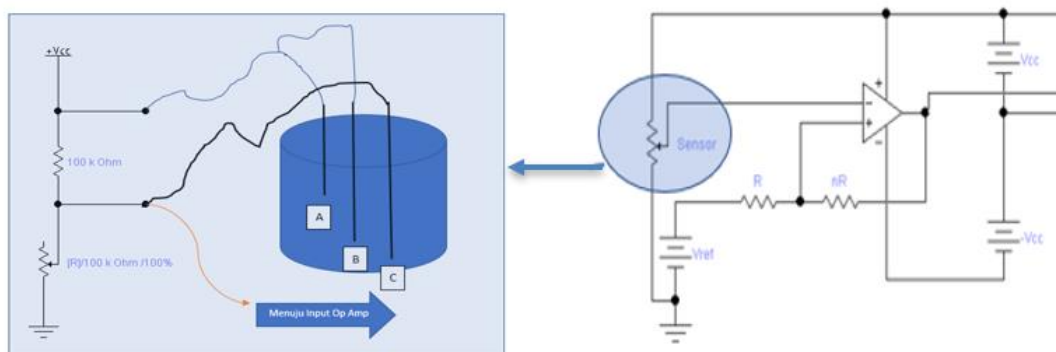
Gambar 9. Grafik hasil simulasi

Dari Gambar 9 terbukti bahwa rangkaian VLD *with hysteresis* akan mengaktifkan mesin pompa jika tegangan input masih di bawah 9,6 V (level wadah di bawah 80%) dan akan menonaktifkan

mesin pompa jika tegangan input telah mencapai tegangan 9,6 V. Mesin pompa akan tetap nonaktif hingga tegangan input Op Amp mencapai nilai 2,4 V (level wadah setinggi 20%). Jika level ini tercapai maka rangkaian VLD *with hysteresis* akan kembali memberikan tegangan positif untuk memerintahkan driver mengaktifkan mesin pompa.

4.2 Pengujian Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi beberapa penyesuaian dilakukan, antara lain output sensor menjadi input Op Amp pengganti potensiometer disimulasi. Selain ini output ditambahkan rangkaian driver relay yang akan mengaktifkan mesin pompa. Skematik rangkaian konversi pembacaan level air ke tegangan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian Konversi level air menjadi tegangan

Terdapat tiga kawat yang digunakan sebagai sensor. Ujung kawat A terdapat pada posisi level wadah 80%, ujung kawat B pada posisi level wadah 20%, ujung kawat C menyentuh dasar wadah. Ketika wadah dalam keadaan kosong, maka tegangan input yang dirasakan Op Amp adalah:

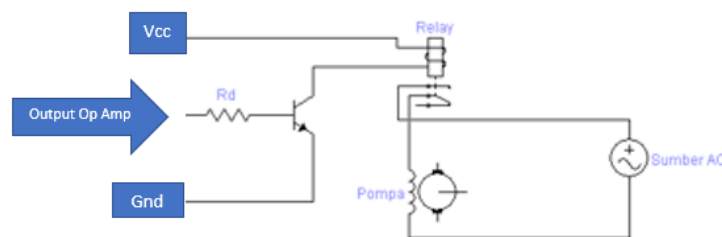
$$Vi = \frac{R_{pot}}{R_{pot} + 100K} V_{CC} \quad (4)$$

Ketika wadah mulai diisi air dan cairan menyentuh ujung kawat B, maka tegangan input yang dirasakan Op Amp adalah:

$$Vi = \frac{R_{pot}}{R_{pot} + (100K \parallel R_{bc})} V_{CC} \quad (5)$$

Dari Persamaan (5) dapat akan dihasilkan nilai V_i yang lebih tinggi dari Persamaan (4).

Jika level air terus naik hingga menyentuh kawat A maka nilai V_i yang dirasakan oleh Op Amp akan semakin tinggi. Untuk mengaktifkan mesin pompa, maka pada sisi output rangkaian VLD *with Hysteresis* ditambahkan rangkain *driver* seperti pada Gambar 11 agar kuat mengaktifkan pompa.



Gambar 11. Rangkaian driver pompa

Setelah dilakukan penyesuaian-penyesuaian terhadap implementasi riil maka diperoleh data sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil implementasi

Percobaan ke-	Level air	Kondisi pompa
1	20%	Aktif
	80%	Nonaktif
2	20%	Aktif
	80%	Nonaktif
3	20%	Aktif
	80%	Nonaktif
4	20%	Aktif
	80%	Nonaktif
5	20%	Aktif
	80%	Nonaktif

Dari semua pengujian yang dilakukan, diperoleh tingkat kesuksesan sebesar 100%.

Dengan menerapkan prinsip hysteresis ini maka akan diperoleh beberapa keuntungan. Diantara keuntungan yang didapatkan adalah berkurangnya frekuensi on-off pompa air. Dengan demikian akan memperpanjang *lifetime* dari pompa tersebut. Keuntungan lainnya adalah akan menghemat konsumsi energi listrik. Jika frekuensi on-off terlalu sering maka kondisi starting yang biasanya membutuhkan arus tinggi akan lebih sering terjadi.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, sudah barang tentu penelitian saat ini memiliki kelebihan. Pada penelitian ini tidak diperlukan mikrokontroler sebagaimana pada penelitian sebelumnya [2]. Penelitian ini juga terdiri atas rangkaian elektronika yang jauh lebih sederhana dibandingkan penelitian terdahulu yang membutuhkan banyak rangkaian komparator [3].

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan:

- VLD *with hysteresis* dapat diterapkan sebagai rangkaian pengontrol mesin pompa dengan level yang adaptif sesuai dengan nilai potensiometer yang diset.
- Penerapan VLD *with hysteresis* untuk kontrol mesin pompa berdasarkan level air memiliki tingkat keberhasilan 100%.

Daftar Pustaka

- [1] C. C. O. C. E. O. E. I. Akonyi Nasiru Sule, "Development of Mechanical Water Level Controller," *International Journal of Engineering Innovation & Research*, vol. 1, no. 5, pp. 396-398, 2012.
- [2] Z. J. M. Asaad Ahmed Mohammedahmed Eltaieb, "Automatic Water Level Control System," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 4, no. 12, pp. 1505-1509, 2015.
- [3] A. E. U. Andani Achmad, "PENENTUAN LEVEL AIR TANGKI DENGAN SISTEM KENDALI," *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, vol. 9, no. 2, pp. 78-82, 2011.
- [4] micrel, "<http://www.micrel.com/>," micrel, July 2012. [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/mic833.pdf>. [Accessed 6 April 2020].
- [5] M. Heroe, *Rangkaian Op Amp*, Surabaya: ITS, 2008.
- [6] V. C. Chandrahash Patel, "Study of Comparator and their Architectures," *International Journal of Multidisciplinary Consortium*, vol. 1, no. 1, pp. 1-12, 2014.
- [7] G. S. M. N. J. Bharat H. Nagpara, "Design and Implementation of Different types of," *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, vol. 4, no. 5, pp. 1321-1324, 2015.
- [8] A. S. S. M. DistaYoel Tadeus, "REALISASI PENGENDALI ON-OFF HISTERESIS DENGAN OPERATIONAL AMPLIFIER (OP-AMP)," *GEMA TEKNOLOGI*, pp. 10-14, April 2018.
- [9] Ravi, "<https://www.electronicshub.org/schmitt-trigger-basics/>," 28 August 2019. [Online]. Available: <https://www.electronicshub.org/schmitt-trigger-basics/>. [Accessed 6 April 2020].