



Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology

Journal homepage: <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
p-ISSN: 2655-9145; e-ISSN: 2684-8201

Simulasi sistem pompa suplai air bersih dengan kontrol berbasis PLC

Sudirman^{1*}, I Nyoman Gede Baliarta¹, I Ketut Suherman¹ dan Achmad Wibolo¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Poliieknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Bali 80364, Indonesia
*Email: dirmansdr@pnb.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas tentang simulasi kontrol sistem pompa air bersih berbasis PLC. Alat simulasi ini menggunakan 3 buah tangki: tower tank, tangki konsumsi dan ground tank. PLC yang digunakan Smart Relay Zelio SR3PACKBD. Inputnya merupakan sebuah sensor batang baja tahan karat yang ditempatkan pada tower tank dan ground tank. Sedangkan outputnya terdiri atas 2 buah motor pompa dan selenoid valve. Adapun program PLC yang diterapkan merupakan Ladder diagram dengan program ZELIO SOFT 2. Hasil pengujian pada sistem simulasi menunjukkan hasil yang memuaskan dan peralatan yang diperlukan lebih sederhana apabila dibandingkan dengan kontrol konvensional.

Kata kunci: smart relay, input, output, ladder diagram

Abstract: This paper discusses the simulation of control of a clean water pump system based on PLC. This simulation tool uses 3 tanks: tower tank, consumption tank and ground tank. The PLC used is the Zelio SR3PACKBD Smart Relay. The input is a stainless steel rod sensor placed in the tower tank and ground tank. The output is 2 pump motors and a solenoid valve. PLC program used Ladder diagram with ZELIO SOFT 2 programs. The test results show satisfactory results and the equipment required is very simple compared to conventional controls.

Keywords: smart relay, input, output, ladder diagram

Penerbit @ P3M Politeknik Negeri Bali

1. Pendahuluan

Tujuan utama dalam perancangan sistem suplai air untuk bangunan bertingkat adalah untuk memastikan pasokan air yang memadai setiap saat, baik dari segi tekanan yang dibutuhkan dan debitnya untuk semua outlet, perlengkapan, dan peralatan. Selain itu, juga untuk mencapai penghematan energi, efisien, dan hemat energi. [1].

Bali sebagai tujuan wisata mancanegara dan domestik, harus menyediakan akomodasi yang cukup untuk menjamin kenyamanan para tamu Mancanegara dan Domestik, selama keberadaan mereka selama di Bali. Hotel dan Villa tumbuh berjamuran mengantisipasi kedatangan para tamu. Fasilitas gedung hotel dan Villa menyesuaikan status Hotel dan Villa tersebut. Fasilitas dasar untuk Hotel dan Villa adalah tersedianya air bersih setiap saat diperlukan.

Terganggunya system supply air bersih pada suatu hotel mengakibatkan terganggu juga kenyamanan para tamu yang menginap dan akan menurunkan kredibilitas hotel tersebut, pada akhirnya akan menurunkan tingkat hunian

Hotel. Untuk itulah diperlukan system suplai air bersih yang handal untuk memenuhi kebutuhan dasar para tamu, agar kredibilitas hotel tersebut tetap terjaga.

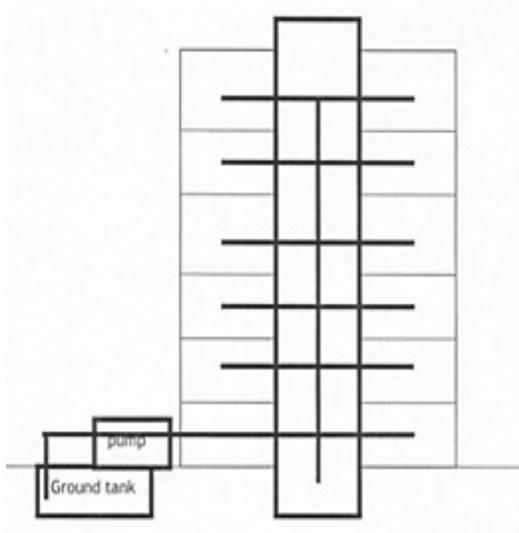
Banyak terdapat sistem suplai bersih dan terpasang di hotel tergantung dari permintaan pihak owner hotel. Sistem suplai menggunakan tangki tower dan distribusi secara gravitasi maupun sistem suplai menggunakan ground tank dan distribusi menggunakan pompa. Masing-masing sistem memiliki kelebihan dan kekurangan [2].

Utilitas gedung terdiri dari Mekanikal dan elektrikal system. Salah satu sub mekanikal system adalah sistem suplai air bersih. Sistem suplai air bersih yang terpasang di hotel-hotel kebanyakan menggunakan 2 atau 3 buah pompa suplai. Untuk hotel atau villa dengan lokasi datar, kebanyakan pompa mensuplai langsung ke end-user dengan menggunakan tekanan sebagai kontrol on-off pompa. Sedangkan hotel atau villa dengan lokasi bertingkat tinggi, tower tank umumnya diterapkan untuk distribusi air ke end-user. [3].

Sistem Penyaluran Air Bersih di dalam gedung bertingkat oleh Wujek, Joseph B.[4] dibagi dalam beberapa system, yaitu :

1.1. Up-Feed System

Pada sistem up-feed ini pipa distribusi dari tangki bawah (ground tank) melalui pompa disambungkan dengan pipa utama dari sistem air bersih di dalam bangunan. Sistem ini sepenuhnya memanfaatkan kemampuan pompa (Gambar 1). Karena keterbatasan tekanan di pipa dan ukuran pipa cabang dari pemipaan yang utama, sistem ini sangat cocok diterapkan untuk aplikasi perumahan dan bangunan kecil dan rendah [5]. Pembuatan relative murah tetapi pompanya dapat rusak lebih cepat.



Gambar 1. Up feed system

Kerugian sistem up feed ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- Pompa bekerja secara terus-menerus
- Ketinggian terbatas sebagai akibat dari kekuatan pipa yang terbatas dalam mengantisipasi tekanan air.

1.2. Down Feed System

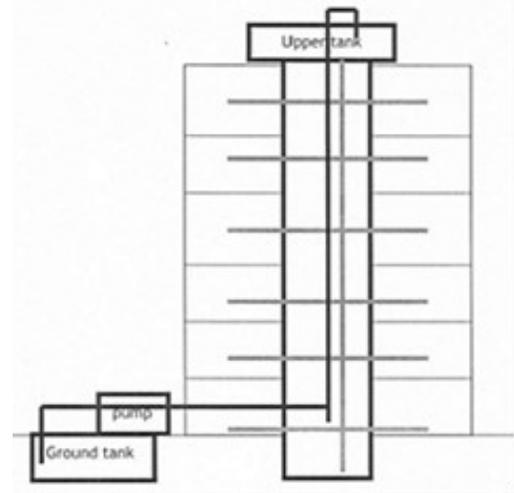
Pada sistem down feed ini, air ditampung terlebih dahulu di dalam tangki bawah (ground tank), lalu dipompa ke tangki atas atau upper tank yang dapat dipasang di atas atap atau di lantai paling tinggi dari bangunan. Dari tangki atas air didistribusikan ke seluruh bagian bangunan. Sistem tangki atas cukup efisien apabila airnya digunakan secara kontinyu. Perubahan tekanan dapat terjadi pada sistem plambing. Sistem pompa menaikkan air bersih ke tangki atas beroperasi otomatis dan sederhana sehingga kesulitan dapat dihindari. Di samping itu perawatan tangki yang ada cukup sederhana dibandingkan dengan tangki jenis tekan.

Kelebihan sistem down feed ini seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2 adalah:

- Pompa tidak beroperasi secara kontinyu sehingga dapat lebih efisien dan lebih awet.
- Air bersih dapat selalu tersedia
- Tidak memerlukan pompa otomatis

Kekurangan dari sistem down-feed mencakup: untuk pemakai dalam jangka waktu lama, dapat dikatakan efektif dan efisien. Tetapi biaya pembuatannya relative lebih mahal. Pada gedung dengan jumlah lantai yang

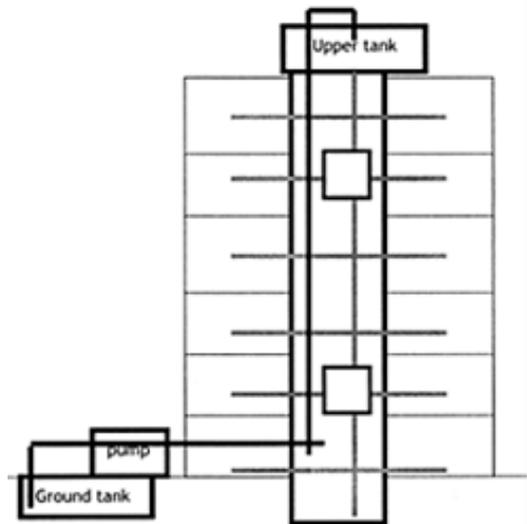
banyak, tekanan air di dalam pipa menjadi sangat tinggi. Sebagai akibatnya pipa dapat pecah. Pada setiap beda ketinggian 10 meter pipa dapat menerima tekanan sekitar 1 atmosfer. Maka pada sistem down feed dilengkapi dengan: Spillback Tank.



Gambar 2. Down-feed system

1.3. Spillback Tank

Tangki jenis ini merupakan tangki pembantu yang ditempatkan pada setiap jumlah lantai tertentu seperti yang disajikan pada Gambar 3. Setiap tangki biasanya dilengkapi dengan katup pengatur tekanan. Apabila tekanan air tinggi, katup dapat menutup. Hal yang penting dalam sistem dengan tangki atas yaitu menentukan posisi tangki. Tangki dapat dipasang pada langit-langit, di atap, atau menggunakan menara khusus.



Gambar 3. Down-feed system dengan spillback tank

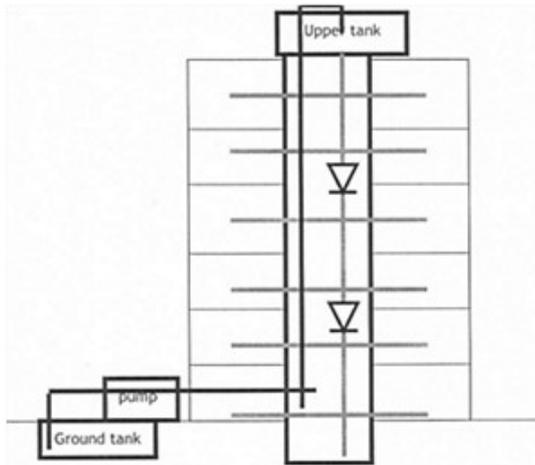
Prinsip Kerja Sistem down feed dengan spillback tank ini adalah:

- Air yang dipompakan di dalam spillback tank yang tersedia pada beberapa lantai, dimana udara yang ada di dalamnya terkompresi.
- Air dalam tangki dialirkan menuju sistem distribusi dari bangunan. Pompa yang digunakan diatur secara otomatis.

- c. Pompa dapat berhenti bekerja apabila tekanan tangki mencapai batas maksimum dan bekerja kembali setelah mencapai suatu batas minimum tertentu. Daerah fluktuasi tekanan biasanya ditetapkan antara 1,0 -1,5 kg/cm².

1.4. Pressure Reducer Valve (Katup Reduksi Tekanan)

Pada gedung dengan jumlah lantai yang banyak, ada kemungkinan tekanan air dalam pipa menjadi sangat tinggi sehingga perlu diturunkan dengan menggunakan katup (valve) yang dapat diletakkan pada lantai-lantai tertentu (Gambar 4).



Gambar 4. Down feed system dengan pressure reducer valve

1.5. Beberapa Sistem yang Diaplikasikan di Hotel

Survey pendahuluan yang telah dilakukan untuk mengetahui secara langsung instalasi sistem suplai air bersih di hotel berkenaan dengan penelitian ini, yaitu:

1.5.1. Double-Six.Luxury Hotel Seminyak

Instalasi system suplai bersih di Double-Six.Luxury Hotel Seminyak menggunakan 3 buah pompa (Gambar 5 dan 6). Ketiga pompa tersebut hidup secara bergantian dikontrol oleh Panel Kontrol. Instalasi ini tanpa tower tank. Dari pompa, air didistribusikan langsung ke pengguna dengan tekanan 3.5 Bar, menggunakan Pressure Transmitter Digital.



Gambar 5. Instalasi sistem suplai air bersih di Double-Six Luxury Hotel Seminyak



Gambar 6. Kontrol panel sistem suplai air bersih di Double-Six Luxury Hotel Seminyak

1.5.2. Estate Villa Four Seasons Resort Jimbaran.

Sistem suplai air bersih pada Estate Villa Four Seasons Resort Jimbaran (Gambar 7) menggunakan 2 buah pompa. Peralihan Pompa on duty dari pompa 1 ke pompa 2 menggunakan switch over relay. Air didistribusikan langsung ke end-user dari pompa dengan menggunakan pressure switch untuk on-off nya.



Gambar 7. Instalasi pemipaan dan panel kontrol sistem suplai air bersih di Estate Villa Four Seasons Resort

1.5.3. Luna 2 Hotel Seminyak

Air bersih yang dipompa dari ground tank ke tower tank, hidup mati pompa berdasakan dialirkan ke end user secara gravitasi (Gambar 8). Hidup mati pompa suplai ke tower menggunakan WLC berdasakan level air di tower tank.



Gambar 8. Instalasi sistem suplai air bersih dan tower tank di Luna 2 Hotel Seminyak

Kontrol pompa yang sudah banyak diaplikasikan sekarang adalah menggunakan PLC, seperti yang dilakukan oleh Indra Saputra dkk [6]. Rancangan Water Level Control menerapkan PLC Omron Sysmac C200H dengan Software SCADA Wonderware InTouch 10.5. Dendin Supriadi, (2015), membuat sistem pengendalian ketinggian permukaan air menggunakan sensor ultrasonic berbasis PLC (Programmable Logic Controller), Untuk sistem monitoring dan kontrol interface pada sistem ini diterapkan HMI Omron NB7W- TW00B. Dengan sistem ini semua kejadian yang mungkin terjadi pada sistem dapat langsung dikendalikan dan dimonitoring berdasarkan realtime. Sistem pengendalian ketinggian permukaan air ini memiliki dua sistem kontrol, yaitu kontrol otomatis dan kontrol secara manual.

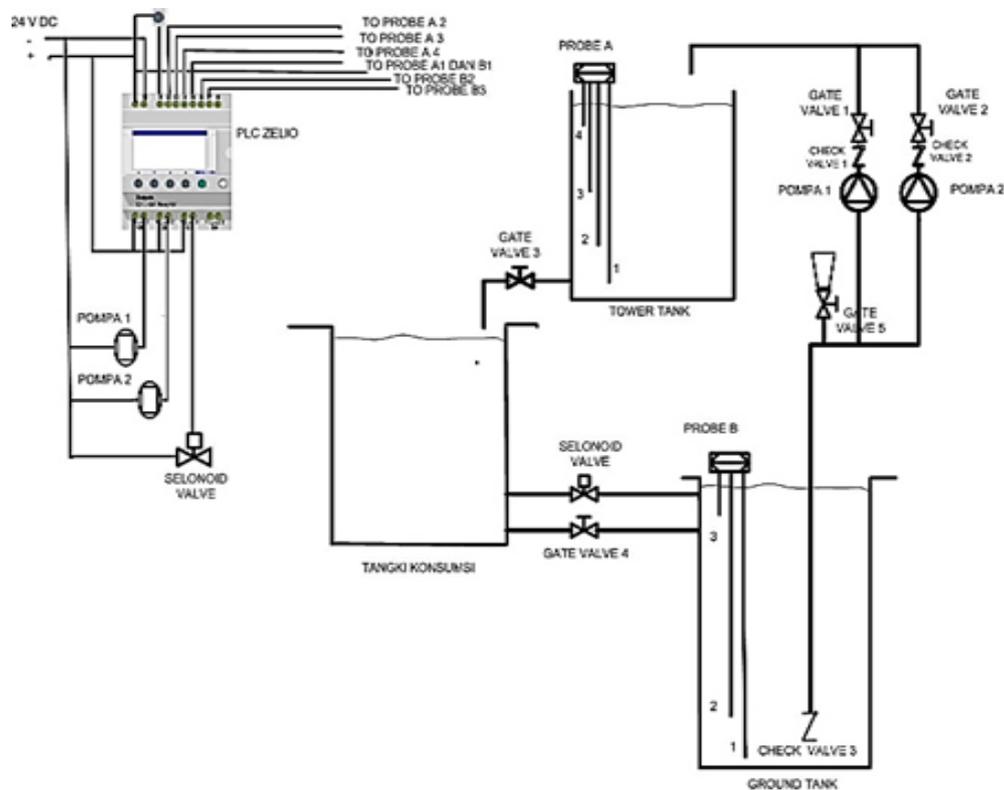
Sri Kusumastuti dan Suryono [7], membuat alat peraga praktikum kontrol level air pada tandon dan bak menggunakan PLC. Dengan output berupa pompa air dan

solenoid valve. [8], merancang water level control dengan mengaplikasikan PLC. Dengan input berupa sensor elektronik berupa limit switches dan outputnya berupa motor pompa dan solenoid valve, serta mereka membuat program Ladder logic Diagram menggunakan Logo Softcomfort.

Paper yang ditulis oleh Cosmina Illes [9], tentang sistem water level control sistem menggunakan PLC and wireless sensors. Tujuan dari makalah tersebut adalah untuk menyajikan metode biaya termurah untuk kontrol ketinggian air menggunakan nirkabel. Untuk proyek water level control yang dibuat ini menggunakan PLC Schneider Smart Relay Zelio Logic SR3PACKBD.

2. Metode

Skema yang dibangun dalam proyek simulasi sistem air bersih dengan PLC ini adalah seperti pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Skema simulasi kontrol pompa air bersih menggunakan PLC

Skema Simulasi control pompa seperti yang disajikan pada Gambar 9 terdiri dari 3 buah tangki, yaitu:

1. Tower Tank sebagai penampung air yang posisinya paling tinggi, atau posisinya di atap gedung. Tower tank dilengkapi dengan probe A (sensor level air) dengan 4 batang sensor.
 - a. Sensor No. Probe A1 sebagai cummon
 - b. Sensor No. Probe A2 sebagai sensor low level
 - c. Sensor No. Probe A3 sebagai sensor medium level
 - d. Sensor No. Probe A4 sebagai sensor hight level.
2. Tangki Konsumsi adalah tangki yang merupakan tangki penampungan air yang keluar dari Tower Tank yang diasosiasikan sebagai konsumen air yang ada dalam sebuah gedung. Tangki konsumsi dihubungkan dengan ground tank dengan 2 pipa berbeda. Pipa satu dilengkapi

dengan solenoid valve, yang cara kerjanya adalah saat ground tank diposisi low level, solenoid valve akan otomatis terbuka. Pipa yang kedua dilengkapi dengan gate valve 4, yang bekerja secara manual.

3. Ground Tank adalah tangki penampungan yang posisinya dilokasi paling bawah dari sebuah bangunan. Tempat penampungan air dari perusahaan air minum atau penampungan air bawah tanah. Ujung pipa yang masukk ke ground tank adalah pipa suction pompa dipasang check valve 3 yang fungsinya agar pipa suction pompa selalu ada air. Ground tank dilengkapi dengan probe B. Yang terdiri dari 3 batang sensor,
 - a. Sensor No. Probe B1 adalah sebagai cummon
 - b. Sensor No. Probe B2 sebagai sensor Low level
 - c. Sensor No. Probe B3 sebagai sensor hight level.

2.1. Description Sistem

Alat simulasi ini menggunakan 2 buah pompa, yang memindahkan air dari Ground tank ke Tower tank, pada saat air tersebut dikonsumsi (gate valve 3 dibuka manual), air ditampung oleh tangki konsumsi. Tangki konsumsi menampung air dari tower tank dan meneruskan ke ground tank kembali. Demikian siklus air yang ada dalam alat simulasi ini.

Sistem kontrol akan bekerja jika kondisi level air pada Ground tank tidak mencapai posisi Low Level (batang Probe B2 tidak menyentuh air) dan kondisi level air di Tower tank tidak high level (batang Probe A4 tidak menyentuh air).

Saat sensor Probe B3 ground tank terendam air dan Probe A2 tidak tersentuh air pada tower tank, Pompa 1 dan Pompa 2 akan hidup memompakan air ground tank ke tower tank, Saat level air tower tank menyentuh sensor Probe A3, pompa 2 akan mati dan hanya pompa 1 yang tetap hidup. Ketika level air mencapai/menyentuh probe B4 (high level), pompa 1 akan mati juga.

Ketika gate valve 3 dibuka, air mengalir mengisi tangki konsumsi. Ketika level air tower tank menurun dan batang probe A3 tidak tersentuh air, pompa 2 otomatis akan hidup memompakan air dari ground tank mengisi tower tank. Saat konsumsi air terlalu banyak, level air tower tank menurun terus dan level air tidak menyentuh sensor probe A2, maka pompa 1 akan hidup juga mengisi tower tank.

Jika pompa hidup terus menerus, dan kondisi level air pada ground tank turun terus hingga level air ground tank tidak menyentuh batang probe B2, maka sistem tidak akan bekerja. Karena kalau diteruskan akan berakibat pompa akan bekerja dalam kondisi dry running (tidak ada air yang dipompakan). Hal tersebut bisa mengakibatkan pompa rusak dan sistem ini dibuat untuk menyelamatkan pompa dari kondisi rusak parah.

Dalam kondisi tersebut, selenoid valve akan otomatis terbuka, mengisi air dari tangki konsumsi, air mengalir secara gravitasi.

2.2. Program PLC (Ladder Diagram Program)

Program PLC ini berupa Ladder Diagram Program yang akan di-upload/ditransfer ke PLC. PLC yang digunakan adalah PLC SMART RELAY ZELIO SR3PACKBD. Sedangkan software yang digunakan adalah ZELIO SOFT 2. PLC dan software-nya merupakan produk dari SCHNEIDER.

Untuk program PLC ada input dan ouput. Input dari PLC adalah:

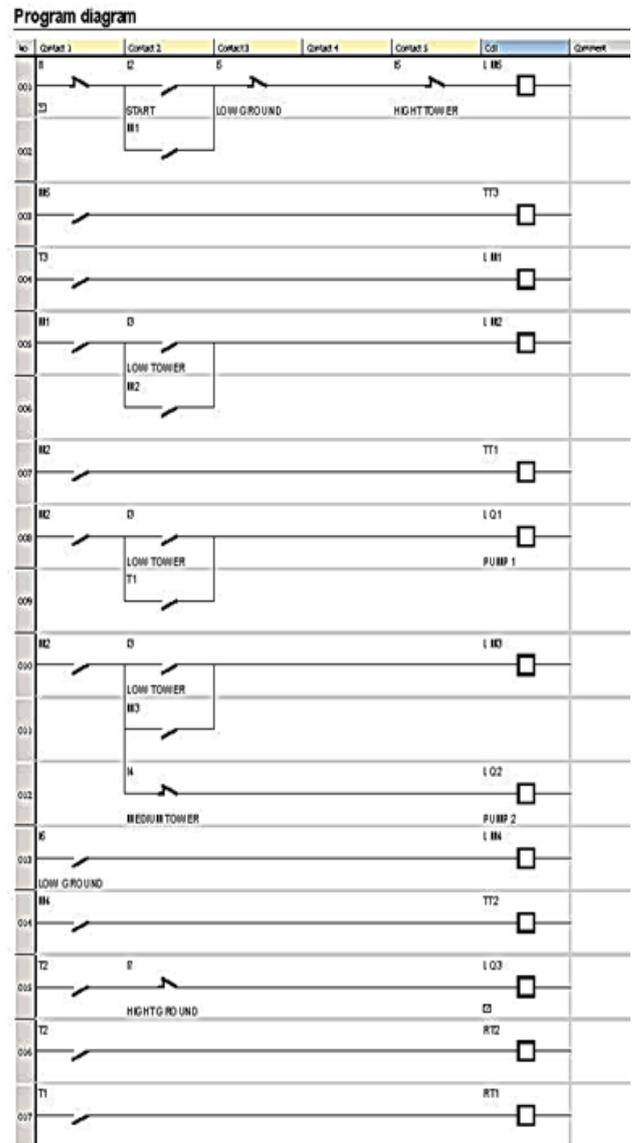
- a. Input 1 adalah start program berupa tombol push button
- b. Input 2 adalah sensor Probe A2 (low level tower tank)
- c. Input 3 adalah sensor probe A3 (medium level tower tank)
- d. Input 4 adalah sensor probe A4 (high level tower tank)
- e. Input 5 adalah sensor probe B2 (low level ground tank)
- f. Input 6 adalah sensor probe B3 (high level ground tank).

Output dari PLC adalah;

- a. Output 1 adalah Pompa 1
- b. Output 2 adalah Pompa 2

c. Output 3 adalah Selenoid Valve.

Adapun Ladder Diagram Program yang dibuat sesuai dengan sistem kerja seperti yang diuraikan diatas adalah seperti Gambar 10.



Gambar 10. Ladder diagram

3. Hasil dan Pembahasan

Program Ladder Diagram yang dibuat menggunakan Zelio Soft 2 program, kemudian diupload ke PLC Smart Realy menggunakan kabel USB SR2USB01 yang kompatibel dengan Windows 7, 8,1 atau 10.



Gambar 11. PLC Schneider SR3PACKBD dan kabel USB SR2USB01

Setelah Ladder diagram di upload ke PLC, hasil dari running test simulasi kontrol water supplay sistem dengan PLC adalah sebagai berikut yang ditampilkan dalam bentuk Tabel 1.

Tabel 1. Matrik kerja *water supplay pump system*

No	Kondisi Level air	On Duty		
		Pompa 1	Pompa 2	Solenoid Valve
1	Hight Level Tower Tank	OFF	OFF	OFF
2	Medium Level Tower Tank	ON	OFF	OFF
3	Low Level Tower Tank	ON	ON	OFF
4	Hight Level Ground Tank	ON	ON	OFF
5	Low Level Ground Tank	OFF	OFF	ON

Tabel 1 adalah kondisi output dengan beberapa kondisi input yang berupa level air yang ada di ground tank dan tower tank. Pompa 1 akan bekerja saat tower tank dengan kondisi low, medium level dan kondisi ground tank hight level. Pompa 2 bekerja saat tower tank kondisi low level dan ground tank kondisi hight level. Solenoid valve akan bekerja atau terbuka jika ground tank dalam kondisi low level, yang akan mengalirkan air dari tangki konsumsi ke ground tank.

4. Kesimpulan

Simulasi Kontrol Water supplay system berbasis PLC yang dibuat menunjukkan hasil yang sangat memuaskan. Keuntungan besar dari kontrol water supplay berbasis PLC adalah memiliki akurasi maksimum, juga memiliki keandalan yang lebih tinggi dan kebutuhan ruang kecil dibandingkan kontrol konvensional.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada P3M a Politeknik Negeri Bali yang telah mendanai penelitian ini lewat dana DIPA reguler 2021.

Daftar Pustaka

- [1] F. Rodrigues, R. Vicente, A.S. Afonso, M. João Sá, "The contribution of the water supply and drainage installations for the sustainability of an academic building", Proceedings of 37th International Symposium CIB W062 on Water Supply and Drainage for Buildings, 25 – 28th September 2011 - Aveiro, Portugal
- [2] A. Pears, "The 60L Green Building – How does it minimise mains water consumption?", Seminar Proceedings Redesigning the Urban Water Cycle, Institute for Sustainable Futures, Washington, D.C, 2002.
- [3] V. Chanan, "Sustainable Water Management in Commercial Office Buildings", Innovations in Water: Ozwater Convention & Exhibition, 6-10 April 20013, Perth.
- [4] J.B. Wujek, "Mechanical and electrical systems in architecture, engineering, and construction", 5th ed., New Jersey, 2010.
- [5] Alfred, "High-Rise Domestic Water Systems, Advanced Plumbing Technology", Construction Industry Press, Elmhurst, IL, 2003.
- [6] I. Saputra, L. Hakim, S. Ratna, "Perancangan Water Level Control Menggunakan PLC Omron Sysmac C200H Yang Dilengkapi Software SCADA", Wonderware InTouch 10.5, Volume 7, No. 1, 2013.
- [7] S. Kusumastuti dan Suryono, "Rancang Bangun Peraga Praktikum Kontrol Level Air Pada Tandon Dan Bak Menggunakan PLC", ORBITH VOL. 11 NO. 1, 2015, pp. 9 – 13.
- [8] G. Alem, K. Vankdoth, "Automatic Fluid Level Control Using Programmable Logic Controller", International Research Journal of Engineering, 2016.
- [9] C. Illes, G.N. Popa and I. Filip, "Water level control system using PLC and wireless sensors", reseach gate.net /publication/261381165, 2014.