



## Analisis Perancangan Panel *Star-Delta* untuk Motor Induksi Pompa 3 Fasa dan Teknik *Interlocking* dengan Sensor *Water Level*

\*Yulius Kristianto<sup>1</sup>, Joni Fat<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, DKI Jakarta, Jakarta Timur, Indonesia, 11440.

\*E-mail: yulius.525200008@stu.untar.ac.id<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Dalam sektor perhotelan, menjaga pasokan air yang cukup tidak hanya penting untuk kenyamanan tamu, tetapi juga untuk memastikan keselamatan mereka. Untuk mencapai hal ini, hotel menerapkan berbagai sistem distribusi dan kontrol air yang efektif. Sistem ini menggabungkan motor pompa air 3 fasa berdaya tinggi, saluran kontrol terpisah, tangki atap yang dilengkapi dengan sensor ketinggian air, dan rangkaian *star-delta*, semuanya bekerja sama untuk memastikan pasokan air yang efisien dan konsisten di seluruh hotel. Secara rinci, dalam instalasi pompa pendorong, sistem rangkaian *star-delta* digunakan untuk menggerakkan motor induksi pompa, untuk memfasilitasi suplai air ke tangki atap gedung hotel. Teknik instalasi ini dilakukan untuk mengoptimalkan fungsionalitas dan kinerja pompa, memungkinkannya menangani volume air yang diperlukan secara efektif. Sehubungan dengan sistem rangkaian *star delta*, tangki atap gedung juga dilengkapi dengan sensor ketinggian air. Sensor ini memainkan peran penting dalam proses pengelolaan air secara keseluruhan. Ketika ketinggian air mencapai ambang tertentu, sensor ketinggian air mengirimkan sinyal ke panel relai. Kemudian, panel relai memulai pemutusan kontaktor utama pada panel rangkaian, yang secara efektif menghentikan pengoperasian motor pompa. Mekanisme sambungan ini memastikan pasokan air diatur dengan tepat, mencegah luapan atau tingkat air yang tidak memadai di dalam tangki. Dengan mengintegrasikan seluruh komponen pada sistem ini, hotel dapat mempertahankan suplai air yang terkontrol dan andal.

**Kata Kunci:** sektor perhotelan, rangkaian *star-delta*, mekanisme sambungan, sensor ketinggian air, motor pompa

### ABSTRACT

*In the hospitality sector, maintaining an adequate supply of water is not only important for the comfort of guests, but also for ensuring their safety. To achieve this, the hotel implements various effective water distribution and control systems. The system incorporates a high power 3 phase of water pump inductional motor, separate control lines, a rooftop tank equipped with a water level sensor, and a star-delta circuit, all working together to ensure an efficient and consistent water supply throughout the hotel. In detail, a star delta circuit system is used in the installation of booster pump to drive the pump motor, to facilitate the supply of water to the rooftop tank of the hotel building. This installation technique is done to optimize the functionality and performance of the pump, enabling it to handle the required volume of water effectively. In conjunction with the star delta circuit system, the rooftop tank is also equipped with a water level sensor. These sensors play an important role in the overall water management process. When the water level reaches a certain threshold, the water level sensor sends a signal to the relay panel. In effect, the relay panel initiates a disconnection of the main contactor on the circuit panel, effectively stopping the operation of the pump motor. This interlocking mechanism ensures the water supply is properly regulated, preventing overflow or inadequate water levels in the tank. By integrating all components of this system, hotels can maintain a well-controlled and reliable water supply.*

**Keywords:** *hospitality sector, star-delta circuit, interlocking mechanism, water level sensor, pump motor*

### PENDAHULUAN

Air selalu menjadi sumber daya yang penting dan tak tergantikan bagi keberadaan manusia. Keserbagunaan dan kebutuhannya meluas ke berbagai aspek kehidupan sehari-hari dan berbagai industri. Dari pemenuhan kebutuhan dasar seperti memasak, mandi, dan mencuci, hingga kegiatan penunjang seperti berkebun dan rekreasi, air memegang peranan penting. Selain itu, air juga berperan penting di sektor-sektor seperti manufaktur,

pertanian, perkebunan, transportasi, restoran, dan hotel.

Dalam industri perhotelan, keandalan pasokan air menjadi aspek paling vital. Menjamin keberlangsungan pasokan air yang konsisten dan tak terputus sangatlah krusial, terutama bagi kamar tamu yang memerlukan akses mudah terhadap air bersih guna memastikan masa inap tamu menjadi lebih nyaman. Lebih dari itu, fasilitas seperti kolam renang juga mengandalkan pasokan air yang tak terganggu

untuk mempertahankan fungsinya yang penting dan menarik bagi para tamu.

Dengan kata lain, ketersediaan air yang andal dan sistem pencegahan kebakaran yang canggih adalah dua faktor krusial yang harus dipastikan oleh setiap hotel. Selain menjadi fondasi untuk menjamin tingkat kenyamanan dan kepuasan pengunjung, aspek ini juga berkontribusi pada reputasi hotel dan keselamatan para tamu dan staf. Oleh karena itu, investasi dalam teknologi dan perawatan untuk memastikan pasokan air yang konsisten dan sistem pencegahan kebakaran yang handal adalah keputusan yang bijaksana bagi setiap hotel yang berkomitmen untuk memberikan pelayanan unggul dan lingkungan yang aman bagi semua pihak yang terlibat.

Di hotel misalnya, tanggung jawab mengatur distribusi air berada di divisi *engineering*. Mereka mengawasi pengoperasian pompa air bertegangan tinggi, yang ditempatkan secara strategis untuk memastikan pasokan air yang efisien. Untuk mengoptimalkan tekanan air dan menjamin distribusi yang memadai, saluran kontrol terpisah dibuat untuk berbagai area di dalam hotel. Pendekatan ini memungkinkan pemantauan dan kontrol yang tepat atas aliran air, mencegah kelebihan muatan dan memastikan setiap bagian menerima suplai yang diperlukan.

Dalam kasus di mana air perlu diangkut ke beberapa lantai, solusi yang efektif melibatkan pemanfaatan tangki atap atau *roof tank*. Tangki atap dibangun di atap gedung seperti apartemen, hotel, dan gedung lainnya untuk mencegah terjadinya kekurangan pasokan air selama konsumsi air puncak dan bertindak sebagai penampung air yang didistribusikan melalui jaringan pipa yang bercabang ke setiap lantai (Hu et al., 2023). Gravitasi memainkan peran kunci dalam sistem ini, untuk memfasilitasi pergerakan air ke bawah tanpa perlu bantuan mekanis yang berlebih. Dengan menggunakan metode ini, hotel dapat secara efisien memasok air ke tingkat lantai yang berbeda sambil mempertahankan tekanan dan laju aliran yang konsisten.

Keunggulan dari sistem tangki atap ini adalah keandalannya dalam memastikan pasokan air yang stabil dan berkelanjutan di seluruh gedung, terutama saat berada pada puncak permintaan air. Selain itu, pendekatan ini juga membantu mengurangi beban pada sistem pompa dan menghemat energi, karena tidak dibutuhkan pompa tambahan untuk mengangkut air ke lantai atas.

Selain memiliki banyak keuntungan dalam hal suplai air yang memadai pada hotel, tangki ini juga dilengkapi dengan sensor *water level* atau disebut

dengan WLC (*Water Level Control*) untuk mencegah luapan air yang dapat terjadi akibat melebihi kapasitas tangki. Tangki atap yang dilengkapi dengan WLC juga memberikan keuntungan dari segi keamanan, karena memastikan bahwa tangki tidak meluap atau mengalami kebocoran yang dapat menyebabkan kerusakan pada gedung. Selain itu, monitoring yang terus-menerus pada level air tangki memungkinkan manajemen yang lebih efisien dan reaksi cepat terhadap fluktuasi kebutuhan air.

Dengan kata lain, pemanfaatan tangki atap dengan metode distribusi air gravitasi adalah solusi cerdas dan efektif untuk mengatasi tantangan distribusi air di gedung-gedung tinggi. Kombinasi keandalannya, efisiensi energi, dan aspek keamanan menjadikannya pilihan yang sangat baik bagi hotel dan bangunan-bangunan lain yang membutuhkan pasokan air yang handal di setiap lantainya.

Secara elektrik, sistem distribusi air menggunakan pompa yang mengandalkan rangkaian *star-delta* sebagai penggerak motor induksi pompa air dengan daya di atas 5,5 kW. Lebih dari 85% dari sistem penggerak motor pada industri dan perhotelan menggunakan motor induksi tiga fasa dengan jenis sangkar-tupai (Ferreira, 2016). Keputusan untuk menggunakan rangkaian ini didasarkan pada kebutuhan daya yang besar dari motor induksi, sehingga penggunaan starter *Direct on Line* (DOL) yang umumnya digunakan untuk motor 3 fasa biasa dengan daya di bawah 5,5 kW menjadi tidak praktis.

Rangkaian *star-delta* menawarkan metode yang lebih cocok dan efisien untuk mengendalikan operasi motor. Dengan memanfaatkan rangkaian ini, kinerja motor pompa dapat dijaga dengan baik dan masa pakai motor dapat diperpanjang secara optimal. Hal ini menjadi penting karena pompa air beroperasi secara terus-menerus dalam sistem distribusi air.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian atau analisa yang digunakan dalam artikel penelitian ini adalah metode deskriptif. Penggunaan metode deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara rinci karakteristik dan fungsi dari sistem *interlocking* antara panel *star-delta* dengan sensor *water level* dalam pengaturan distribusi air di hotel. Penelitian ini akan mencakup pengumpulan data dari sumber primer, seperti wawancara dengan ahli teknik atau operator, serta pengamatan langsung pada implementasi sistem *interlocking* di lingkungan hotel S. Sehingga, secara keseluruhan langkah metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. **Studi Literatur:** langkah ini dilakukan untuk memahami teori, konsep, dan aplikasi dari

sistem interlocking, panel star-delta, dan sensor water level. Studi literatur akan memberikan dasar pengetahuan yang kuat sebelum melangkah ke tahap pengumpulan data lebih lanjut.

2. **Wawancara dan Observasi:** langkah berikutnya adalah melakukan wawancara dengan ahli teknik atau operator yang memiliki pengalaman dalam instalasi panel star-delta terhadap motor pompa *booster* dan teknik sistem *interlocking* antara panel dengan sensor *water level*. Pengamatan langsung juga akan dilakukan pada sistem yang telah diimplementasikan di lingkungan hotel untuk memahami bagaimana sistem beroperasi dalam situasi nyata. Data dari wawancara dan pengamatan ini akan memberikan wawasan yang mendalam tentang pelaksanaan dan efektivitas sistem tersebut.
3. **Pengumpulan data dan Analisis Perancangan:** data-data terkait sistem *interlocking*, panel *star-delta*, dan sensor *water level* akan dikumpulkan dari hasil wawancara dan pengamatan sebelumnya. Data-data yang relevan mencakup spesifikasi peralatan yang digunakan, pengaturan sistem, serta kendala yang mungkin dihadapi selama penerapannya. Kemudian, data yang telah terkumpul akan dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perhitungan serta perancangan dari komponen-komponen pada panel *star-delta* dan WLC serta cara kerja dari sistem *interlocking* antara panel *star-delta* dengan sensor *water level* di lingkungan hotel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Studi Literatur

Secara teori, rangkaian *star-delta* adalah salah satu sistem rangkaian *starter* motor yang digunakan untuk mengoperasikan elektro motor dengan tujuan untuk mengurangi lonjakan arus starting yang sangat tinggi. Metode rangkaian *star-delta* telah menarik perhatian industri karena kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi motor listrik (Raziee et al., 2018). Rangkaian *star-delta* membantu mengurangi tekanan arus beban pada sistem saat motor pompa pertama kali dihidupkan yang dapat mencapai 3 kali dari arus nominal motor induksi (Kusmantoro & Nuwolo, 2015). Dalam mode *star*, arus yang mengalir lebih rendah, sehingga terjadi penurunan tekanan yang lebih lambat. Setelah motor mencapai kecepatan penuh, rangkaian beralih ke mode *delta*, sehingga pompa dapat beroperasi dengan efisien dan mengatasi beban yang diperlukan.

Dengan menggunakan rangkaian *star-delta*, efisiensi sistem distribusi air meningkat, dan potensi kerusakan pada motor pompa akibat lonjakan arus saat dihidupkan dapat diminimalisir. Selain itu, pemilihan metode pengendalian ini juga membantu menghemat energi dan mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang. Penggunaan rangkaian *star-delta* dalam sistem distribusi air adalah solusi yang efektif untuk mengatasi tuntutan daya yang tinggi dari motor pompa. Dengan metode ini, sistem dapat beroperasi secara optimal, menjaga kinerja yang baik, serta memperpanjang masa pakai motor pompa secara ekonomis dan berkelanjutan. Berikut ini adalah contoh foto dari panel rangkaian *star-delta* yang sudah terinstalasi.



Gambar 1. Ilustrasi Panel rangkaian *star-delta*

Selanjutnya, panel yang terpasang akan diinterkoneksi dengan perangkat *water level control*. Perangkat ini berperan penting dalam mengatur tingkatan air yang ada dalam tangki. Sistem ini nantinya akan didukung oleh elektroda yang bertugas untuk mendeteksi adanya air dalam tangki. Pemasangan elektroda sebagai sensor pendeteksi air, akan berinterlock dengan WLC yang dapat berupa relai yang memutus kontaktor utama dari rangkaian *star-delta*. Teknik *interlock* atau hubungan mekanik ini digunakan untuk mengurangi potensi kesalahan atau kerusakan pada perangkat (Induk, 2014). Dengan demikian, hotel dapat mengandalkan sistem *water level control* ini dapat menjaga pasokan air yang optimal dan menghindari risiko kehabisan air atau kerusakan tangki akibat luapan air yang tak terbandung jika terdapat kelalaian dari pihak *engineering* hotel.



Lalu, pihak operator ditanyakan kembali tentang bagaimana teknik instalasi dan penggunaan dari WLC yang terhubung dengan tangki atap gedung hotel dan cara interkoneksi dengan panel *star-delta*. Dari pertanyaan tersebut didapat bahwa WLC yang digunakan berupa relai *OMRON 61F-G1-AP* yang dihubungkan dengan elektroda lilin yang dipasangkan di dalam tangki sebagai pengukur level air.



Gambar 4. Instalasi elektroda lilin di dalam tangki

Berdasarkan Gambar 4, pada tangki dipasangkan 3 elektroda sebagai sensor pendeteksi level air yang mana ketika pompa dalam keadaan aktif dan level air sudah mencapai elektroda yang paling atas, maka relai akan memutuskan arus dari panel menuju motor induksi dengan cara mengaktifkan hubungan NO pada kontaktor utama. Sebaliknya, jika air yang telah penuh tadi berkurang hingga mencapai level elektroda yang berada di tengah, maka relai yang berperan sebagai pemutus akan dinon-aktifkan secara otomatis dan kontaktor yang terhubung secara NO akan kembali menjadi NC yang menyebabkan pompa menjadi kembali aktif mengisi air pada tangki.

**Pengumpulan data dan Analisis Perancangan**

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, dapat diambil data-data spesifikasi motor induksi pompa 3 fasa, yaitu:

Tabel 1. Spesifikasi motor induksi

Daya (P)	Max Rpm	Horse Power (HP)	Tegangan (V)	Arus Maks (In)
22 kW	1470 Rpm	30	380 V - 400 V	?

Berdasarkan data spesifikasi motor induksi, penulis mencari tahu arus maksimum ( $I_n$ ) yang dapat diterima oleh motor pompa dan didapatlah dengan menggunakan rumus:

$$P = V \cdot I_n \cdot \cos\pi \cdot \sqrt{3} \quad (1)$$

Diasumsikan bahwa besaran faktor daya yang digunakan dalam perhitungan yaitu faktor daya yang disarankan oleh PLN sebesar 0,85. Maka, perhitungannya, yaitu:

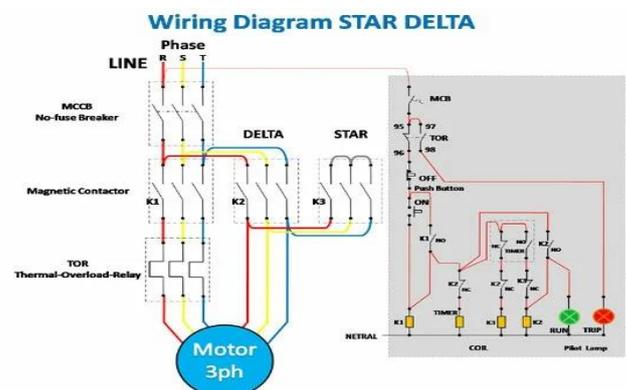
$$22000 = 380 \cdot I_n \cdot (0,85) \cdot \sqrt{3}$$

$$22000 = 380 \cdot I_n \cdot (0,85) \cdot (1,73)$$

$$I_n = \frac{22000}{380 \cdot (0,85) \cdot (1,73)} \quad (2)$$

$$I_n = 39,37 A$$

Setelah menentukan arus nominal atau arus maksimum dari motor induksi berdasarkan hasil penyelesaian (2), maka didapatlah spesifikasi rinci untuk motor induksi 3 fasa pada Gambar 2. Sekarang, perhatian dapat dialihkan kembali ke panel *star-delta*.



Gambar 5. Diagram wiring *star-delta*

Berdasarkan Gambar 3, rangkaian *star-delta* komponen-komponen utama dari panel terdiri dari :

**a. MCCB (Molded Case Circuit Breaker)**

MCCB atau yang biasa disebut NFB (*No Fuse Breaker*) adalah jenis komponen perlindungan listrik yang biasa digunakan dalam aplikasi industri (Lee et al., 2020). Komponen ini dirancang untuk memberikan perlindungan arus lebih dan hubung singkat untuk sirkuit listrik. MCCB terdiri dari kotak cetakan yang terbuat dari bahan isolasi, yang menampung komponen internal seperti mekanisme trip, kontak, dan konduktor pembawa arus. Ini menawarkan pengaturan

perjalanan yang dapat disesuaikan, memungkinkan penyesuaian berdasarkan persyaratan aplikasi tertentu. Dalam instalasinya, diperlukan perhitungan untuk menentukan ukuran MCCB yang sesuai:

$$\begin{aligned}
 I_{MCCB} &= I_n \cdot \text{Safety Factor} \\
 I_{MCCB} &= 39,37 \cdot 125\% \\
 I_{MCCB} &= 39,37 \cdot 1,25\% \quad (3) \\
 I_{MCCB} &= 49,21 \text{ A} \rightarrow 50 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan (3), diketahui ukuran MCCB yang digunakan harus memiliki ukuran ampere minimum yaitu 50A. Sehingga, dalam proses instalasi MCCB yang digunakan adalah MCCB dengan model *Schneider Easypact EZC100F 3 phase 50A*.



Gambar 6. MCCB Schneider Easypact EZC100F 3 phase

**b. 2 pcs Kontaktor Magnet (K1 & K2)**

Kontaktor magnetik beroperasi melalui proses elektromagnetik yang dihasilkan oleh konduktor yang dililitkan pada koilnya (Gunawan & Wahyono, 2017). Dalam keadaan NO (*normally open*) Ketika arus listrik disuplai, koil menghasilkan medan magnet yang menarik elemen kontak bergerak menuju kontak tetap, menciptakan sambungan atau NC. Dalam instalasinya, terdapat kontaktor 1 (K1) sebagai penghubung *line* utama, Kontaktor 2 (K2) sebagai penghubung rangkaian *delta*. Kemudian, untuk mengukur spesifikasi ampere minimum yang melewati K1 dan K2

ini dapat dihitung dengan rumus kontaktor *delta*, yaitu:

$$\begin{aligned}
 I_{K1K2} &= \frac{I_n}{\sqrt{3}} \cdot \text{Safety Factor} \\
 I_{K1K2} &= \frac{39,37}{\sqrt{3}} \cdot 125\% \quad (4) \\
 I_{K1K2} &= 28,41 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan penyelesaian (4), diketahui bahwa arus yang melewati kontaktor K1 dan K2 mencapai 28,41A. Namun, dipasaran tidak terdapat kontaktor dengan ukuran 28 ataupun 29A. Sehingga, dibuatlah kolom *list* berdasarkan survei ukuran ampere kontaktor magnetik yang terdapat di pasaran:

Tabel 2. Daftar Hasil survei ukuran ampere kontaktor magnetik yang terdapat di pasaran

KAPASITAS AMPERE
6
9
12
16
18
20
25
32
38
40
50
60
65
80
95
115

Berdasarkan Tabel 2, ukuran kontaktor yang paling mendekati adalah ukuran 32 ampere. Sehingga, dalam instalasi dipilihlah kontaktor dengan model *Schneider LCID32 220 Volt 3 Phase Kontaktor*.



Gambar 7. *Schneider LC1D32 220 Volt 3 Phase Kontaktor*

**c. Kontaktor Magnet (K3)**

Kontaktor magnet K3 yang difungsikan sebagai penghubung rangkaian dengan koneksi *star* pada stator motor induksi. Dalam instalasinya, kontaktor ini memiliki persamaan rumus yang berbeda dengan kontaktor K1 dan K2 untuk menentukan arus yang masuk menuju rangkaian *star*:

$$I_{K3} = \frac{I_n}{3} \cdot 125\%$$

$$I_{K3} = \frac{39,37}{3} \cdot 125\% \quad (5)$$

$$I_{K3} = 16,40 \text{ A}$$

Sehingga, berdasarkan Tabel 2 digunakanlah kontaktor dengan ukuran 18 A. Lalu untuk modelnya yang digunakan adalah *Schneider Electric TeSys D Kontaktor 3P(3NO) 18A 220VAC*.



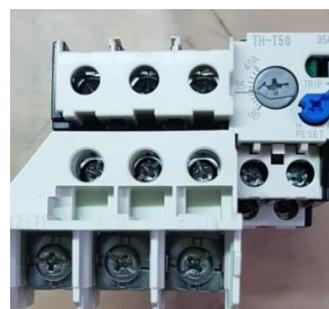
Gambar 8. *Schneider Electric TeSys D Kontaktor 3P(3NO) 18A 220VAC*

**d. TOR (Thermal Overload Relay)**

Memiliki 3 bimetal utama yang dihubungkan dengan Kontaktor utama K1, komponen ini berfungsi sebagai pengaman pada saat motor induksi mengalami kelebihan beban dengan prinsip kerja bimetal yang akan melengkung saat melewati arus yang melebihi batasan yang sudah diatur pada pengaturan potensio TOR-nya. Komponen ini juga dipasangkan untuk mengupayakan dalam memperpanjang umur atau *life-time* dari motor induksi. Dalam instalasinya, untuk menentukan batas aman arus yang dapat diatur pada potensio TOR diperlukan perhitungan dengan persamaan rumus, yaitu:

$$I_{TOR} = 35,433A \rightarrow 35A$$

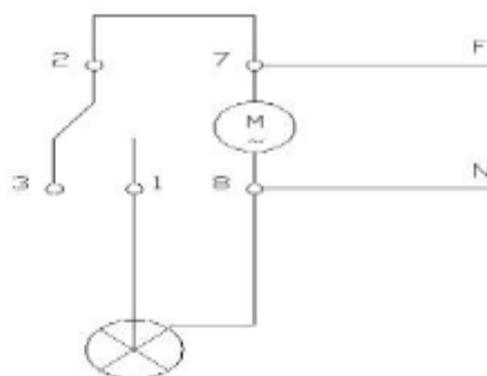
Sehingga, batasan arus yang disarankan diatur pada potensio TOR diatur adalah 35A. Dalam instalasi, model relai yang digunakan adalah *Mitsubishi Thermal Overload Relay TH-T50 /THT50 35A*.



Gambar 9. *Mitsubishi Thermal Overload Relay TH-T50 /THT50 35A*

**e. Timer**

Berfungsi untuk mengatur waktu untuk perpindahan dari rangkaian k3 ke k2. Pengaturan timer dapat disesuaikan dengan kondisi kerja dan beban dari masing-masing elektro motor yang digunakan. Model yang digunakan adalah *Timer OMRON H3CR-A8 H3CRA8 AC100-240V/DC100-125V 8 Pin Original*. Lebih lanjut lagi, timer memiliki skema rangkaian NO/NC sebagai mana yang tertera pada gambar 10.



Gambar 10. Skema Rangkaian NO/NC Timer

**f. NO/NC Push Button**



Gambar 11. NO/NC Push Button

Komponen ini berfungsi sebagai pengalir dan pemutus arus pada panel rangkaian secara manual. Tombol ini beroperasi pada sumbu tunggal dan memiliki tujuan ganda. Saat tombol ditekan, hubungan kontak terjadi secara bersamaan. Keadaan awal kontak NC (yang berwarna merah) tertutup, sedangkan kontak NO (yang berwarna hijau) awalnya terbuka.

Setelah diketahui spesifikasi dari komponen-komponen rangkaian, ditentukanlah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan instalasi rangkaian.

Tabel 3. Total harga instalasi rangkaian *star-delta*

Komponen	Jumlah Unit (pcs)	Harga
MCCB	1	Rp220.000,00
Kontaktor 32A	2	Rp570.000,00
Kontaktor 18A	1	Rp280.000,00
TOR	1	Rp205.000,00
Timer	1	Rp185.000,00
NO/NC Push Button	1	Rp150.000,00
10 m Kabel Power 3 x 2.25	1	Rp157.000,00
<b>Harga Total</b>		<b>Rp1.767.000,00</b>

Namun, total biaya instalasi yang terhitung tersebut belum termasuk dengan adanya instalasi sensor *water level* atau WLC yang akan dihubungkan dengan kontaktor K1. Berdasarkan panel pada gambar 3., WLC yang yang digunakan adalah berupa relai *OMRON 61F-G1-AP*. Relai *OMRON 61F-G1-AP* merupakan perangkat relai canggih yang didesain khusus untuk memonitor dan mengontrol level air dengan akurat. Dengan adanya relai ini, hotel dapat memastikan bahwa pasokan air tetap berada dalam batas yang optimal, mencegah terjadinya kelebihan maupun kekurangan air dalam tangki. Penggunaan

elektroda lilin sebagai pendeteksi air pada tangki atap gedung juga merupakan metode yang handal dan efisien, karena elektroda tersebut peka terhadap perubahan level air, sehingga mampu memberikan informasi yang akurat kepada sistem pengendali relai.

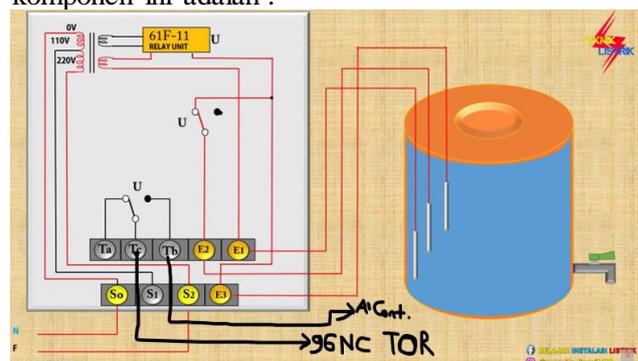


Gambar 12. Relai *OMRON 61F-G1-AP*



Gambar 13. Sensor Elektroda lilin

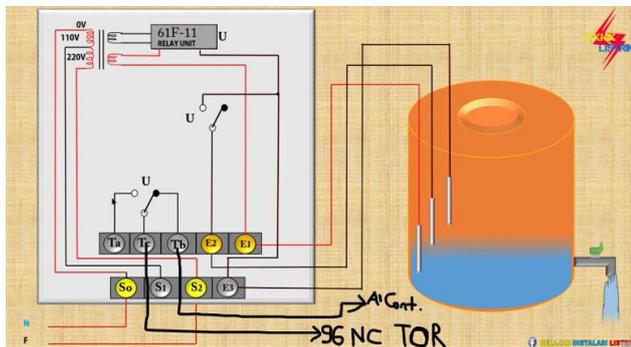
Secara teknis cara kerja dari kombinasi kedua komponen ini adalah :



Gambar 14. Wiring kombinasi relai dan elektroda lilin dengan tangki dalam keadaan penuh

Pada *wiring* gambar 14, diketahui *connector* E2 dan E3 yang dipasangkan pada berturut elektroda atas, elektroda tengah, akan mempengaruhi konektivitas NO/NC sebagai penentu antara aktif atau tidaknya relai yang terpasang. Sedangkan, untuk elektroda

bawah yang dikoneksikan ke E3, tidak akan mempengaruhi NO/NC relai karena koneksi E1 ke relay hanya sebagai penghubung netral antara elektroda dengan *relay*. Ketika tangki dalam keadaan penuh dan sensor elektroda dalam keadaan aktif, maka *relay* akan berada dalam keadaan aktif dan koil kontaktor A1 panel yang terhubung ke konektor Tb akan terputus sehingga menyebabkan suplai daya listrik ke motor induksi pompa pengisi tangki menjadi tidak ada.



Gambar 15. Wiring kombinasi relai dan elektroda lilin dengan tangki dalam keadaan hampir kosong

Sebaliknya, ketika tangki dalam keadaan hampir kosong dan sensor elektroda yang terhubung ke E2 dalam keadaan non-aktif, maka relai akan berada dalam keadaan non-aktif dan koil kontaktor A1 pada panel yang terhubung ke konektor Tb akan terhubung sehingga menyebabkan adanya suplai daya listrik ke motor induksi pompa pengisi tangki.

## KESIMPULAN

Meskipun memiliki biaya perakitan yang mahal, rangkaian *star-delta* terbukti sangat ampuh dalam menurunkan arus *starting* motor induksi 22kW yang melebihi arus nominal. Lebih lanjut lagi, rangkaian ini merupakan cara yang lebih efektif dalam penyambungan *star-delta*, dibandingkan dengan apabila dalam instalasi penyambungan dilakukan langsung secara manual melalui kotak terminal yang terletak pada casing motor induksi.

Penggunaan relai *OMRON 61F-G1-AP*, dapat memudahkan operator pompa dalam menjaga dan memastikan kestabilan dari kapasitas air yang tertampung di dalam tangki tanpa takut adanya kesalahan perhitungan dalam menyalakan atau mematikan panel yang menyebabkan adanya luapan air yang melebihi kapasitas tangki.

## REFERENSI

- Ferreira, F. J. T. E. (2016). On the star, delta and star-delta stator winding connections tolerance to voltage unbalance. *Proceedings - 2015 IEEE International Electric Machines and Drives Conference, IEMDC 2015*, 1888–1894. <https://doi.org/10.1109/IEMDC.2015.7409322>
- Gunawan, E., & Wahyono, E. (2017). Jalan Umum Dengan Sistem Kontaktor. *Rancangan Instalasi Lampu Penerangan Jalan Umum Dengan Sistem Kontaktor*, 1(1), 1–9.
- Hu, D., Zeng, J., Chen, J., Lin, W., Xiao, X., Feng, M., & Yu, X. (2023). Microbiological quality of roof tank water in an urban village in southeastern China. *Journal of Environmental Sciences*, 125, 148–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jes.2022.01.036>
- Induk, D. I. G. (2014). *Simulasi Proteksi Daerah Terbatas... (Setiono dan Arum)*. 12–17.
- Kusmantoro, A., & Nuwolo, A. (2015). Pengendali Star Delta Pada Pompa Deep Well 3 Fasa 37 Kw Dengan Plc Zelio Sr3B261Fu. 8(2), 1–11.
- Lee, K.-A., Cho, Y.-M., & Lee, H.-J. (2020). Circuit Model and Analysis of Molded Case Circuit Breaker Interruption Phenomenon. *Electronics*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/electronics9122047>
- Raziee, S. M., Misir, O., & Ponick, B. (2018). Combined Star-Delta Winding Analysis. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 33(1), 383–394. <https://doi.org/10.1109/TEC.2017.2742022>
- Suraidi, S., & Nathania, S. (2020). Sistem Pengendali Smart-Kontak dengan Aplikasi Android dan Web. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 21(2 SE-Articles), 123–134. <https://doi.org/10.24912/tesla.v21i2.7183>