

## **Modifikasi Jenis *Magnetic Clutch* Menjadi Hidraulik Motor Kendaraan Spesial Aluminium *Flouride Car***

Edi Sarman Hasibuan  
Fakultas Teknik, Universitas Amir Hamzah  
[edisarmanhsb@gmail.com](mailto:edisarmanhsb@gmail.com)

### **ABSTRACT**

Sebagai salah satu alat di PT.INALUM yang berfungsi menyuplai *Aluminium Fluoride*, *Aluminium Fluoride Car* yang biasa di sebut *AF car* beroperasi setiap hari. Lamanya penggunaan *AF Car* berdampak juga pada berkurangnya umur dari komponen unit tersebut. *Magnetic clutch* adalah salah satu komponen penting dalam *AF car* yang berfungsi sebagai penerus putaran ke blower agar dapat berfungsi menghembuskan udara mendorong aluminium fluoride untuk di suplai ke tungku peleburan aluminium. Seiring dengan lamanya usia dari kendaraan, maka trouble pun tidak dapat dihindari. Kerusakan unit sering terjadi pada rusaknya *magnetic clutch* yang berimbas pada stop operasi pada kendaraan ini. Dari hal di atas penulis memikirkan bagaimana cara agar komponen dapat bertahan dalam jangka waktu yang lebih lama. Penulis berfikir bagaimana kalau komponen tersebut digantikan dengan komponen lain agar unit dapat beroperasi secara normal dengan mengurangi jumlah waktu breakdown. Penulis merencanakan modifikasi *magnetic clutch* menjadi *hydraulic motor* agar trouble tersebut dapat diselesaikan.

**Keywords:** *Magnetic Clutch, Hidraulik Motor, Aluminium Flouride Car*

### **PENDAHULUAN**

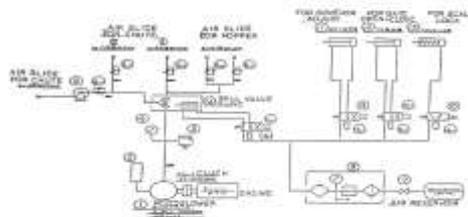
Perkembangan teknologi pada masa sekarang ini sangat berperan penting dalam era pembangunan. Teknologi berkembang sangat maju dan pesat seiring dengan kemajuan zaman. Masyarakat menuntut kemudahan dalam segala hal tak terkecuali dengan teknologi. Hasil produksi yang dibutuhkan masyarakat haruslah berkualitas tinggi, mudah didapatkan murah dan efisien dalam penggunaannya. Aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai sifat-sifat logam paling ringan, tahan korosi, lunak, ulet, kekuatan tarik rendah, merupakan konduktor listrik dan penghantar panas yang cukup baik. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang listrik, bangunan, transportasi dan alat penyimpan. Kemajuan akhir-akhir ini dalam teknik pembentukan aluminium terutama dalam pengerjaan dingin menjadi sederhana dan dapat dipercaya. Karena hal ini maka penggunaan aluminium dan paduannya didalam banyak bidang telah berkembang. Kementerian Perindustrian terus mendorong peningkatan produksi aluminium nasional, dengan menargetkan sebanyak 1,5 - 2 juta ton pada tahun 2025. Untuk itu, diperlukan kebijakan strategis dari pemerintah agar manufaktur yang sudah ada dapat melakukan ekspansi atau menarik investasi baru. PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero) merupakan satu-satunya pabrik peleburan yang ada di Indonesia. Untuk mendukung proses produksi haruslah disertai dengan alat-alat dan maintenance yang mendukung pula. Dalam hal ini penulis berfokus pada suatu alat yaitu kendaraan spesial yang ada pada PT. INALUM yaitu *Aluminium Fluoride Car*. [1]. *Aluminium Fluoride car* ini berfungsi untuk mengisi dan menambah *Aluminium Fluoride* ke dalam tungku pelebur yang nantinya menjadi campuran untuk melebur aluminium. Dalam hal ini penulis merancang dan memodifikasi sistem dari sebuah kendaraan spesial yang ada pada PT. Indonesia Asahan Aluminium yaitu *Aluminium Fluoride car* [2, 3].



Gambar 1. Aluminium flouride car

### Dasar Teori

Prinsip kerja design pabrikan menggunakan magnetic clutch adalah meneruskan putaran mesin dari PTO menuju ke blower menggunakan v belt untuk menghasilkan hembusan udara. PTO meneruskan putaran Engine dari Transmisi menuju pompa. Pada shaft yang sama di pasang pulley sehingga dapat di teruskan menggunakan v belt ke magnetic clutch. Dalam kondisi normal putaran hanya sampai pada magnetic clutch dan terputus tidak di teruskan ke blower. Pada saat tahap pengoperasian Weighing atau Delivery, magnetic clutch di beri arus listrik dari panel, sehingga magnetic clutch terhubung dan meneruskan putaran ke pulley. Pulley yang terhubung dengan v belt meneruskan putaran ke blower sehingga blower berputar dan menghembuskan udara. Udara yang di hembuskan blower dapat di dimanfaatkan untuk menggemburkan tepung  $AlF_3$  dalam tangki saat proses weighing dan menghembuskan ke chute untuk mendorong  $AlF_3$  ke luar agar dapat di suplay ke dalam tungku peleburan.



Gambar 2. Air circuit diagram

#### - Prinsip kerja modifikasi menggunakan Hydraulic motor

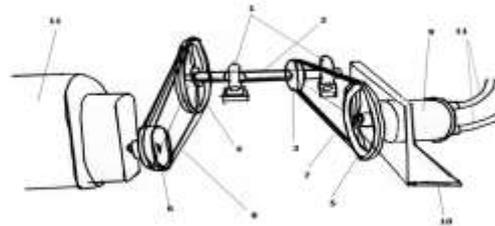
Prinsip kerja modifikasi menggunakan hydraulic motor merupakan pengganti dari magnetic clutch. Jika magnetic clutch meneruskan putaran dari PTO ke blower, design ini memiliki sumber putaranya sendiri yaitu hydraulic motor yang sumber tekanannya di ambil dari selenoid control valve dari rear cover. Rear cover untuk tanki  $AlF_3$  awalnya menggunakan joystick yang terpisah dari front cover.

Untuk mengambil sumber tekanan motor hydraulic, cover pada tanki di jadikan satu kendali. Sehingga block selenoid yang tersisa akan digunakan untuk sumber tekanan untuk motor hydraulic. Joystick pada kontrol panel pun akan berkurang 1 sehingga pengendalian buka tutup cover tanki untuk mengisi  $AlF_3$  cukup menggunakan 1 joystick saja.



Gambar 3. Joystick

Saat proses delivery atau weighing yang menghiupkan blower, arus yang seharusnya menghidupkan magnetic clutch di alihkan ke selenoid control valve. Sehingga selenoid control valve aktif dan meneruskan aliran oli hydraulic. Aliran oli hydraulic ini di manfaatkan untuk memutar hydraulic motor. Hydraulic motor meneruskan putaran nya ke pulley transmisi, sehingga putaran di naikan. Putaran pulley di teruskan ke blower hingga akhir nya blower berputar dan menghasilkan hembusan angin yang di gunakan untuk proses delivery dan weighing.



Gambar 4. Sketsa rangkaian modifikasi

1. Pillow block bearing  
Berfungsi sebagai dudukan shaft transmisi
2. Shaft transmisi  
Berfungsi sebagai poros putaran dari pulley
3. Pulley transmisi kecil  
Penerus putaran dari motor
4. Pulley transmisi besar  
Penerus putaran dan mengkonversi jumlah putaran ke blower
5. Pulley hydraulic motor  
Meneruskan putaran dari motor
6. Puley blower  
Penerus putaran untuk blowe
7. V belt motor  
Media penerus putaran dari motor
8. V belt blower  
Media penerus putaran ke blower
9. Hydraulic motor  
Sumber putaran untuk memutar blower
10. Bracket untuk hydraulic motor  
Dudukan untuk hydraulic motor
11. Hose dari selenoid control valve

**- Rumusan Teori**

Elemen mesin merupakan bagian yang tidak dapat di tinggalkan dalam merencanakan sebuah mesin. Mesin merupakan bagian dari beberapa komponen yang diam dan komponen yang bergerak. Elemen mesin yang di gunakan pada perencanaan modifikasi magnetic clutch menjadi hydraulic motor pada kendaraan spesial aluminium fluoride car adalah sistem transmisi. Dalam hubungan nya sistem transmisi sangat berhubungan dengan daya motor penggerak. Untuk daya rencana yang di inginkan perencana dan adapun momen puntir serta tegangan geser yang di izinkan yang berhubungan erat dengan hal ini ( Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin yaitu:

$$P_d = f_c \cdot P$$

Dimana :

$P_d$  : Daya rencana (kW)

$f_c$  : Faktor koreksi

$p$  : Daya motor

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{P_d}{n}$$

Dimana :

$T$  : Torsi yang di alami

$n$  : Putaran poros ( rpm)

$$T_{izin} = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

Dimana :

$T_{izin}$  : Tegangan geser izin ( kg/mm<sup>2</sup> )

$\sigma_b$  : Kekuatan tarik ( kg/mm<sup>2</sup> )

$Sf_1$  : Faktor keamanan untuk kelelahan

$Sf_2$  : Faktor pengaruh konsentrasi tegangan ( 1,3 – 3,0 )

Untuk perencanaan diameter poros akan menggunakan teori dalam buku Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin karangan Suarso tahun 1997 pada haaman 8. Faktor koreksi untuk momen puntir juga harus di tinjau, faktor ini dinyatakan dengan  $K_1$  yang dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus 1,0 – 1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan besar. Sedangkan besarnya faktor koreksi untuk momen lentur,  $K_m$  adalah pada poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur yang tetap besar faktor  $K_m$  adalah 1,5.

Untuk beban dengan tumbukan ringan  $K_m$  terletak antara 1,5 da 2,0 untuk bebam tumbukan berat  $K_m$  terletak antara 2 dan 3. Dengan demikian besarnya tegangan maksimum  $T_{max}$  ( $kg/mm^2$ ) adalah :

$$T_{max} = \left(\frac{5,1}{d_s}\right) \sqrt{(KmM)^2 + (K.T)^2}$$

Besarnya  $T_{max}$  ( $kg/mm^2$ ) yang di dihasilkan harus lebih kecil dari tegangan geser yang di izinkan  $T_a$  ( $kg/mm^2$ ). Diameter poros  $d_s$ (mm) dapat di cari dengan menggunakan rumus

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{T_a}\right) \sqrt{(KmM)^2 + (K.T)^2}\right]^{1/3}$$

Dimana:

$T_a$  : Tegangan geser yang di izinkan

$M$  : Momen yang dialami poros ( $kg/mm^2$ )

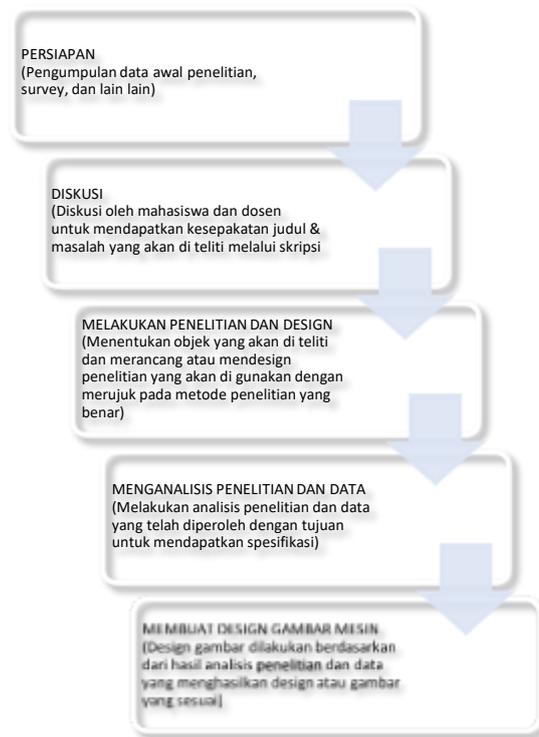
Tabel 1. Harga  $K_m$  dan  $K_l$  ( Sumber : Khurni Dan Gupta 2004 )

| Jenis Pembebanan              | $K_m$     | $K_l$     |
|-------------------------------|-----------|-----------|
| Poros diam                    |           |           |
| Beban di beri bertahap        | 0,1       | 0,1       |
| Beban diberi mendadak         | 1,5-2,0   | 1,5-2,0   |
| Poros berputar                |           |           |
| Beban di beri bertahap        | 1,5       | 0,1       |
| Beban di beri steady          | 1,5       | 0,1       |
| Beban mendadak, kejutan kecil | 1,5 – 2,0 | 1,5 – 2,0 |
| Beban mendadak, kejutan besar | 2,0 – 3,0 | 1,5 – 2,0 |

## **METODE PENELITIAN**

Dalam perencanaan modifikasi ini, penulis melakukan tinjauan pustaka dari beberapa teori untuk memperoleh buku-buku atau referensi yang memiliki persamaan untuk mendukung pembahasan dan analisa design ini. Penulis juga melakukan pembahasan ini dengan rekan-rekan mahasiswa jurusan teknik mesin khususnya yang sedang dalam tugas rancangan untuk memperoleh hasil dari analisa yang telah penulis kerjakan. Dan juga penulis melakukan pembahasan dan uji coba dengan rekan satu tim dala pekerjaan di PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero) yang lebih di kenal PT. INALUM untuk mencoba design ini. Penulis mengajukan hal ini kepada dosen pembimbing untuk memperoleh bimbingan apakah hasil analisa penulis masih sesuai dan bisa dilanjutkan. Penulis membuat gambar tiap-tiap komponen utama pada analisa dan pembahasan perencanaan ini, dan untuk memperoleh gambaran menyeluruh pada mesin yang di design. Untuk kontruksi penulis juga membahas didalam perencanaan dan di ahir perencanaan penulis juga melampirkan gambar teknik dari design perencanaan modifikasi magnetic clutch menjadi hydraulic motor pada kenaraan spesial aluminium fluoride car guna untuk lebih mempermudah dalam memahaminya. Karena dengan memahami gambar teknik tersebut kita dapat melihat secara menyeluruh bagian-

bagian dan letak dari konstruksi dan sistem penggerak dari mesin dan dapat memahami cara kerjanya.



Gambar 5. Diagram alir metode penelitian

#### Spesifikasi Perencanaan Modifikasi

- Penggerak : Hydraulic motor
- Sistem Transmisi : Shatf dan pulley menggunakan V-Belt
- Control Valve : menggunakan solenoid control control valve cover tanki
- Eletrical : Menggunakan system bawaan yang diarahkan ke solenoid

#### **-Perencanaan Kecepatan Putar**

Modifikasi dengan menggunakan hydraulic pump menggantikan fungsi dari elektro magnetic clutch. Jika magnetic clutch memanfaatkan putaran engine yang di teruskan dari transmisi ke PTO, lain hal nya dengan system modifikasi yang penulis rancang. Di sini kita memanfaatkan pressure stand by dari hydraulic pump yang saat beroperasi tidak digunakan. Hydraulic pump yang saat operasi selalu mem by-pass aliran ke tangki hydraulic akan di manfaatkan untuk memutar hydraulic pump. Kecepatan putaran pada hydraulic pump akan di transmisikan ke shaft dan akan diuah putarannya agar dapat memutar blower di putaran yang diinginkan. Pada saat operasi normal pada design original, putaran blower, di set pada 1300 rpm. Putaran blower ini yang menjadi patokan dalam mendesign hydraulic motor

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemilihan sabuk dan pulley

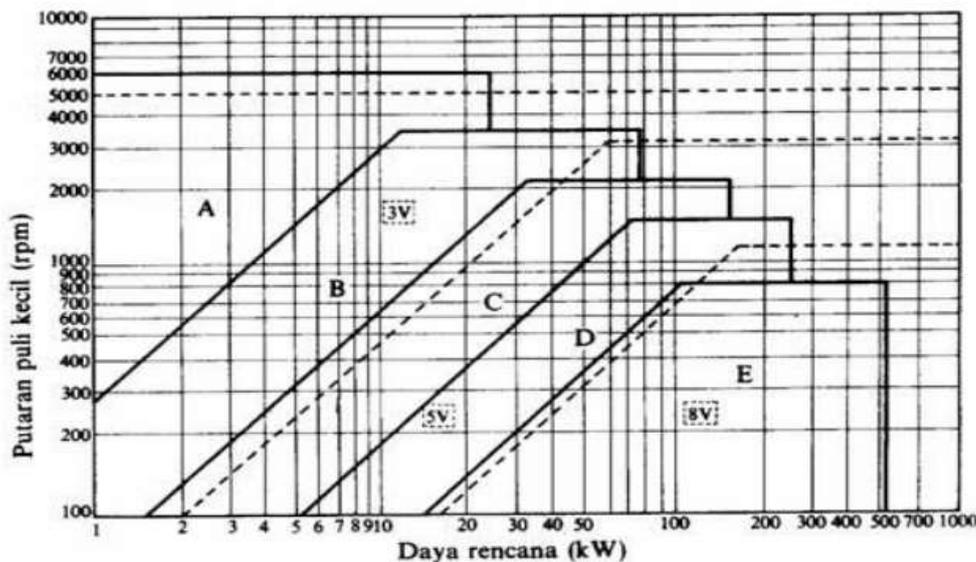
Pada rancangan ini digunakan 2 jenis sabuk yang terdiri dari sabuk hydraulic motor ke shaft transmisi dan sabuk dari shaft transmisi ke blower.

1. Sabuk 1 dari hydraulic motor ke shaft transmisi

Dengan mengalikan daya motor dengan faktor koreksi, sumber daya perencanaan sebesar :

$$\begin{aligned} P_d &= P \cdot f_c \\ &= 80 \cdot 1,2 \\ &= 96 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapatkan hasil 96Nm atau tidak sampai 1 kW. Sementara putaran pulley motor adalah 350 rpm, dengan berpedoman pada diagram pemilihan type sabuk, maka di pilih sabuk bertipe B ( Sularso & K. Suga 2013 : 7 ).



Gambar 6. Diagram pemilihan sabuk

Untuk Tipe B, diameter pulley kecil yang didesign adalah 80 mm, sedangkan diameter pulley besar ditentukan menurut perbandingan putaran motor hydraulic adalah 350 rpm. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_R &= n_1 / n_2 = d / D \\ &= 350 / 1000 = 80 / D \\ D &= 80 \cdot 1000 / 350 \\ &= 228.57 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sesuai dengan standar maka dipilih  $D = 10'' = 254 \text{ mm}$ , agar sesuai dengan pulley yang ada di pasaran.

Maka jarak sumbu poros ( C ) sementara ditentukan  $= 2,4 D \cdot 254 = 609,6 \text{ mm}$ , maka panjang sabuk adalah

$$\begin{aligned} L_p &= 2 \cdot C + 1,57 ( D_p + d_p ) + \left( \frac{D_p + d_p}{4C} \right) \\ L_p &= 2 \cdot 609,6 + 1,57 ( 254 + 80 ) + \frac{(254-80)}{4 \cdot 609,6} \\ &= 1698 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sesuai dengan ukuran sabuk di standar, maka di pilih sabuk nomor B 66 dengan panjang 1702 mm. Maka jarak sumbu poros sebenarnya adalah :

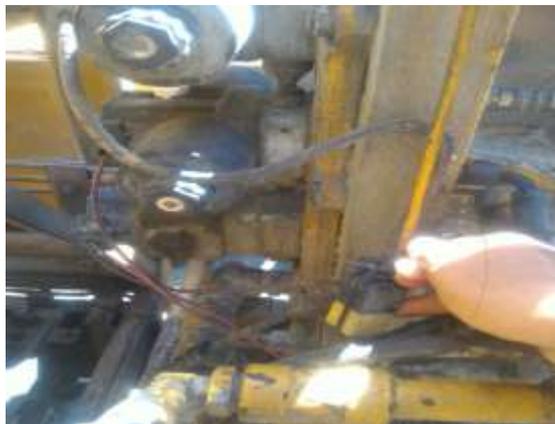
$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

$$\begin{aligned} b &= 2 \cdot L_p \cdot 3,14 (D_p - d_p) \\ &= 2 \cdot 1702 \text{ mm} - 3,14 (254 - 80) \\ &= 4361 \\ C &= \frac{4361 + \sqrt{4361^2 - 8 (254 - 80)^2}}{8} \\ C &= 1085 \text{ mm} \\ \text{Besarnya sudut kontak dalam ( Sularso \& K. Suga, 2013 : 173 )} \\ \theta &= 180 - \frac{57 (D_p - d_p)}{C} \\ \theta &= 180 - \frac{57 (254 - 80)}{1085,5} \\ &= 169^\circ \end{aligned}$$

#### Elektrikal Sistem

##### 1. Temperatur pada tanki

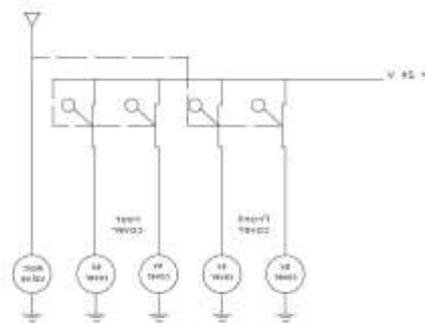
Elektrikal sistem adalah sistem yang mengatur pembukaan valve untuk mengarahkan oli hydraulic menuju motor secara elektrik. Elektrikal sistem yang penulis rancang tidak merubah susunan elektrik bawaan unit, tetapi hanya memodifikasi sedikit agar sistem berjalan lancar. Arus yang awalnya digunakan untuk mengaktifkan magnetic clutch di alihkan ke selenoid control valve. Selenoid control valve yang digunakan adalah selenoid untuk membuka cover tangki sebelah belakang. Dalam keadaan normal, pembukaan tutup tangki untuk mengisi  $AlF_3$  dilakukan menggunakan 2 handle. Sehingga membutuhkan 2 control valve. Kondisi inilah yang penulis manfaatkan untuk menggerakkan hydraulic motor. Selenoid yang awalnya mengarahkan oli untuk menggerakkan cylinder cover tangki, diarahkan menuju ke hydraulic motor. Sehingga untuk membuka cover tangki hanya dibutuhkan 1 selenoid saja yang di cabang sehingga 1 selenoid membuka kedua tutup tangki. Design ini berdampak pada control panel yang menggunakan 2 handle. Handle yang digunakan akibatnya hanya 1 handle, karena handle hanya mengaktifkan 1 selenoid yang sudah di cabang sehingga dapat membuka 2 cover sekaligus.



Gambar 7. Selenoid control valve

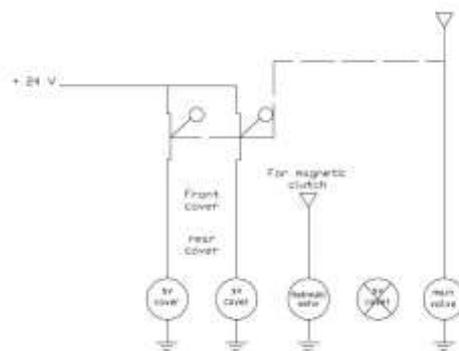
Pemasangan relay tambahan juga dilakukan. Arus yang awalnya mengaktifkan magnetic clutch diarahkan menuju relay. Relay yang aktif mengambil arus langsung dari baterai untuk mengaktifkan selenoid control valve. Penambahan relay 24 volt ini dilakukan agar tidak terjadi arus balik ke control panel saat pengoperasian cover atas. Karena pada saat pengoperasian cover, main valve dari kabel yang sama juga diaktifkan

untuk membuka jalur hydraulic ke control valve. Agar saat pengoperasian hoper tegangan tidak masuk ke selenoid yang mengakibatkan magnetic clutch bekerja, ditambahkanlah 1 buah relay 24 volt yang mengambil arus langsung dari baterai.



Gambar 7. Eletrikal cover

Gambar diatas memperlihatkan kondisi awal eletrikal system. Tiap solenoid dikendalikan oleh tiap joystick.



Gambar 8. Eletrikal modifikasi

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Alat ACWH yang dirancang dan dibangun dapat beroperasi dengan baik
2. Temperatur air maksimal pada tanki diperoleh dari pengujian dengan temperatur evaporator Ac 18 °C sebesar 55 °C. Sedangkan temperatur air terendah diperoleh dari pengujian temperature evaporator

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G, Niemann (1996), Elemen Mesin. ( Anton Budiman : Terjemahan ), Jakarta Erlangg
- [2] Sularso dan Suga, K (2013), Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin 2
- [3] Kannaiah, P (2003) Machine Design. New Delhin: Scitech
- [4] Stoecker, W. F., Jones, J. W., and Hara, S. (1992). *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*. Jakarta : Erlangga, 1992
- [5] Bee, P. Ferdinand dan Johnston E.Jr. (1991). Statika Jakarta : Erlangga
- [6] Hollger, Siegbert (2000). Matematika Teknik untuk Kejuruan Logam. Jakarta Katalis

- [7] Gere & Tomoshenko, Hans J. Wospakrik (1996). Mekanika bahan jilid I. Edisi Kelima Jakarta : Erlangga
- [8] M. T. Wijaya, Z. -, and W. -, “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 219–224, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i1.933
- [9] N. A. El. Mahallawy, M. A. Taha, and M. Lofti Zamzam, “On the microstructure and mechanical properties of squeeze-cast Al-7 wt% Si alloy,” *J. Mater. Process. Tech.*, vol. 40, no. 1–2, pp. 73–85, 1994, doi: 10.1016/0924-0136(94)90478-2.
- [10]. M. Mandala and E. S. Siradj, “STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS ALUMINIUM (Al-Si) PADA PROSES PENGECORAN MENGGUNAKAN CETAKAN LOGAM, CETAKAN PASIR DAN CETAKAN,” vol. 14, no. November, pp. 88–98, 2016