

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MENGUNAKAN *SMART RELAY ZELIO* DAN *FRAME FOR ADJUSTABLE LIMIT SWITCH*

Arif Naufal¹⁾

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal

arifnaufal265@gmail.com

Rido Anugrah Subhi²⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

viguermezunlar@gmail.com

Ahmad Zohari, ST., M.eng.

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

zohari2980@gmail.com

ABSTRAK :

Mixing merupakan campuran dari berbagai macam material diantaranya karet alami, karet sintetis, oli, dan chemical untuk menghasilkan *compound*. *Compound* merupakan bahan dasar utama dalam pembuatan ban. Pembuatan *compound* menggunakan mesin mixer, pada mesin *mixer* terdapat kendala yaitu pada bagian *drop door*. Pada bagian *drop door* masih menggunakan sistem kontrol konvensional, dimana saat dilakukan perbaikan pada sistem kontrol masih membutuhkan waktu yang lama. Dan ada pun getaran yang dihasilkan pada *drop door* masih besar, akibatnya *drop door* bisa rusak. Dan pada bagian *frame limit switch* belum terpasang secara presisi. Penyelesaian dari kendala – kendala yang terdapat pada *drop door* tersebut. Merubah sistem kontrol menggunakan *smart relay zelio* dikarenakan penggunaan komponen ini dapat memudahkan pekerja saat melakukan perbaikan. Menambahkan *throttle valve* agar kecepatan buka dan tutup *drop door* bisa diatur dan getaran yang dihasilkan bisa lebih lembut. Dan pada *frame limit switch* dibuat baru agar posisi *limit switch* lebih presisi dengan komponen penekannya.

Kata Kunci : *Compound, Smart relay zelio, Throttle, Limit switch*

I. PENDAHULUAN

PT RA merupakan perusahaan industri yang memproduksi ban terkemuka di Indonesia dan asia tenggara. Diawali dengan membuat ban sepeda lokal kini PT RA dapat berkembang menjadi produsen ban manca negara yang produknya banyak diminati oleh semua kalangan. Perusahaan ini dapat memproduksi berbagai macam ban, dimulai dari ban motor, mobil, truck, bus, hingga ban mati yang digunakan pada kendaraan tambang. Jenis produksi ban yang dapat dibuat yaitu ban jenis *radial* dan *bias* dari masing-masing jenis juga terdapat tipe *tube* dan *tubeless*.

Pada era yang sudah lebih maju seperti saat ini, banyak perusahaan di dunia perindustrian yang berkembang dengan pesat. Berbagai macam mesinterbaru yang dapat mendeteksi kerusakannya sendiri, dan akan mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Sehingga, adanya tuntutan dari perusahaan. PT RA agar dapat mengembangkansetiap mesin yang ada hingga memiliki keunggulan yang sama seperti mesin terbaru lainnya dengan menggunakan teknologi yang canggih. Perusahaan PT RA menargetkan keunggulan produk ban yang dibuat selalu memiliki kualitas baik, hal satu ini dapat dilakukan dengan cara mengembangkan suatu mesin dengan cara mengganti atau menambahkan komponen yang sudah ada dengan komponen yang baru. Dengan jangka waktu yang lama kondisi mesin akan mengalami penurunan dalam melakukan tugasnya. Selain dikarenakan faktor umur komponen mesin yang sudah lama, kesalahan manusia dalam mengoperasikan mesin dan penginputan bahan – bahan yang tidak sesuai dengan *spec*. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan untuk meminimalisir terjadinya mesin yang berhenti produksi yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini sebaiknya diperbaiki oleh perusahaan dikarenakan jika terjadi penurunan performa yang terlalu sering dapat mengakibatkan kerugian untuk perusahaan dan akan mengakibatkan mesin harus berhenti. Hal ini sangat tidak ingin terjadi pada perusahaan. Ketika melakukan perbaikan, mesin harus dalam keadaan mati dan membutuhkan waktu yang lama.

Adapun pada PT RA terdapat bagian mixing yaitu suatu bagian yang membuat bahan baku utama ban yaitu *compound*. Bahan-bahan yang dibutuhkan pada pembuatan *compound* seperti *oil*, *rubber*, *carbon*, dan *chemical* dimana semua bahan tersebut dicampurkan pada mesin *mixer*. Adapun beberapa tahapan pada proses *mixing* yaitu yang pertama *bale cutter* adalah proses pemotongan material karet alam yang berbentuk kubus menjadi beberapa bagian untuk mempermudah proses *mixing*, tahap kedua *raw system* adalah proses penimbangan obat yang nantinya akan digunakan untuk bahan campuran dalam pembuatan *compound*. Tahap ketiga *carbon feeding* yaitu proses pemberian *carbon* kedalam *mixer* dimana *carbon* tersebut sebelum masuk ke *mixer* akan ditampung oleh *daybin* dan kemudian akan ditimbang di *scale 1* dan *scale 2*, setelah itu *carbon*

akan masuk ke dalam *mixer*. Tahap keempat *oil feeding* merupakan proses pemberian oli pada proses *mixer* sebagai bahan pencampur. Tahap kelima *conveyor scale* merupakan mesin yang digunakan sebagai penimbang digital beberapa material seperti *rubber* dan *chemical* sebelum material tersebut dicampur bersama *filler* dan *softener* di mesin *mixer*. Tahap keenam *conveyor feeding* adalah suatu mesin penggerak otomatis yang menghantarkan material-material *rubber* dan *chemical* yang sudah ditimbang pada *conveyor* menuju *feeding door* dan kemudian masuk ke mesin *mixer* untuk diproses.

Selanjutnya tahap ketujuh proses *mixer machine* adalah mesin utama yang digunakan dalam proses pencampuran material menjadi *compound* dengan menggunakan sepasang rotor *mixer* sebagai alat pencampur atau pengaduk. Di dalam mesin *mixer* juga terdapat *rampress* sebagai alat penekan campuran untuk membantu dalam proses pencampuran yang digerakkan menggunakan sistem hidrolik. Namun tidak semua *rampress* digerakkan menggunakan sistem hidrolik, ada juga yang masih digerakkan menggunakan sistem *pneumatic*. Setelah pencampuran material atau *compound* sesuai dengan yang diinginkan pada proses produksi, *compound* tersebut kemudian jatuh menuju proses *extruder* melalui *drop door*. Pada *drop door* ketika mesin *mixer* melakukan proses kerja *drop door* tersebut dikunci menggunakan *lock drop door* yang digerakkan juga melalui sistem hidrolik, tahap kedelapan *twin screw* merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk mendorong *compound* yang berasal dari *mixer* untuk di dorong ke *roll die* agar *compound* berbentuk lembaran-lembaran. Tahap kesembilan *roll die* dan *open milly* yaitu mesin yang digunakan untuk memipihkan *compound* yang telah digiling kembali dimesin *extruder*. Dimana bentuk *compound* yang awalnya berbentuk gumpalan - gumpalan kemudian dirubah menjadi lembaran-lembaran *compound*.

Tahap kesepuluh *bak solution* merupakan tempat untuk menampung larutan sabun atau kapur yang berfungsi untuk mendinginkan *compound* yang telah melalui proses pencampuran dan penggilingan agar *compound* tidak lengket atau menempel satu sama lain. Dengan cara merendamnya menggunakan bantuan *conveyor pullout* untuk menyalurkan *compound* yang sudah berbentuk lembaran-lembaran tersebut agar dapat bergerak melewati *bak solution*. Tahap kesebelas *cooling rak*, merupakan suatu rak yang terdapat banyak *blower* di samping kiri dan kanannya dimana masing-masing *blower* tersebut digerakkan menggunakan motor, sehingga *compound* yang berada di dalamnya menjadi dingin dan tidak mengandung air setelah direndam larutan air kapur di *bak solution*. Dan tahap yang terakhir adalah *wig wag* merupakan mesin yang berfungsi sebagai penyusun lembaran-lembaran *compound* agar otomatis tertata secara teratur di rak dengan pergerakan maju mundur yang digerakkan menggunakan dua sistem yaitu pneumatik dan mekanik. Sistem pneumatik menggunakan angin yang disalurkan ke silinder pneumatik sehingga *wig wag* dapat bergerak, sedangkan sistem mekanik menggunakan motor dinamo sebagai penggerak yang dihubungkan ke *wig wag* melalui

enggkol.

Sistem kontrol yang digunakan pada *drop door* masih menggunakan *relay* konvensional sehingga ketika terjadi kerusakan membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan perbaikannya. Pada gambar 1 dapat dilihat sistem kontrol pada mesin MCA 6 masih menggunakan sistem kontrol konvensional.

Bulan	Tanggal	Waktu perbaikan (Menit)
September	23	65,24
	18	60,23
	3	46,15
	7	34,25
	16	33,41
	10	45,33
	20	31,4
November	24	64,43
	1	44,30
	2	76,18
	17	56,25
	18	39,1
	4	25,4
	28	64,16
Desember	23	52,13
	4	114,9
	14	42,35
	7	58,48
	10	74,17
Januari	8	34,23
	13	35,15
	23	114,5
Jumlah		1211,74



Gambar 1. Sistem Kontrol Konvensional
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

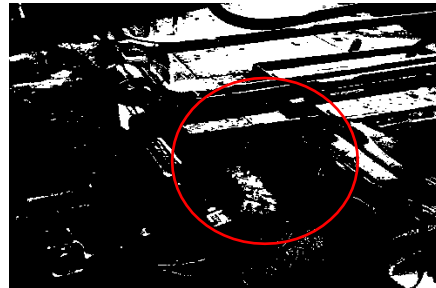
Pada *drop door* pula memiliki kendala yaitu sering terjadi getaran yang berlebihan dan posisi *frame* pada *limit switch*. Pada gambar 2 dapat dilihat posisi *frame limit switch* sebelum dirubah.



Gambar 2. *Frame Limit switch*

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Akibat dari *frame limit switch* yang kurang presisi dapat membuat *drop door* saat membuka dan menutup tidak bekerja secara sempurna., jika *drop door* tidak terbuka sempurna dapat mengakibatkan *compound* (bahan material ban) terbakar. Pada gambar 3 dapat dilihat pada bagian selenoid tidak terpasang komponen *throttle* dimana komponen ini berfungsi sebagai penurunannya getaran yang terjadi pada *drop door* karena komponen ini bisa mengatur cepat dan lambatnya gerakan dari *drop door* tersebut.



Gambar 3. *Selenoid valve*

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Akibat dari sebelum dipasangnya *throttle* gerak buka dan tutu *drop door* masih terbilang kencang dan dapat merusak dinding mesin mixer dan *drop door* itu sendiri. Pada tabel 1 dapat dilihat lamanya waktu perbaikan sistem kontrol yang masih terbilang lama dikarenakan kesulitan dalam hal mencari titik masalahnya dikarenakan masih menggunakan pengkabelan yang rumit.

Tabel 1. Waktu perbaikan sistem konvensional

Rata-rata permenit	55,08
Time max	114,9
Time min	25,4

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Dapat dilihat pada tabel 2 yaitu nilai getaran yang diakibatkan kar sebelum dipasangnya *throttle*. Getaran yang dihasilkan cukup besar, sebab kecepatan saat buka dan tutup *drop door* belum bisa diatur. Akibat lain dari getaran yang besar dapat merusak *drop door* itu sendiri.

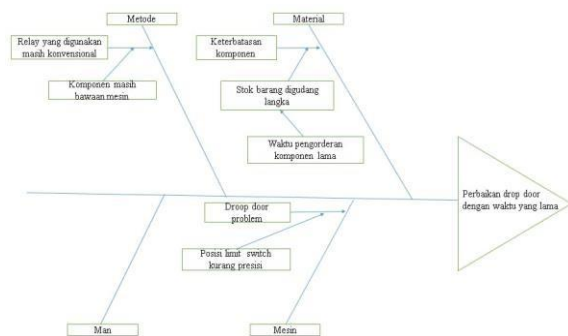
Tabel 2. Nilai Getaran sebelum dirubah

NO	Nilai Getaran
1	62.8
2	61.7
3	62.2
4	62.5
5	61.8
Rata- rata	62.2

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Untuk menurunkan waktu saat perbaikan sistem kontrol dan mengurangi nilai getaran yang ter jadi pada *drop door*, serta agar posisi *limit switch* lebih presisi. Maka dilakukan perubahan pada sistem kontrol menggunakan *smart relay zelio* dan pada selenoid ditambahkan *throttle* serta pada *frame limit* dilakukan perubahan agar lebih presisi. tujuan dari perubahan dan penambahan ini dapat mempermudah pekerja saat melakukan perbaikan sistem kontrol dan dapat mengatur gerakan dari *drop door* sesuai yang dibutuhkan.

Pada tabel diatas yang menunjukan lamanya perbaikan pada satuan menit dan diambil percobaan pada tiga bulan. Pada tabel diatas dibuatkan grafik perbaikan. Dari data diatas ditemukan beberapa masalah dari sisi material, mesin, metode dan dibuat dengan metode *fishbone*.



Gambar Diagram Fishbone

(Sumber:Hasil Kajian Penulis,2021)

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana cara memodifikasi sistem kontrol pada *drop door* yang masih menggunakan sistem kontrol konvensional.

Terdapat batasan masalah pada penelitian ini agar pembahasan tidak meluas yaitu penelitian yang dilakukan pada area mixing plant A 06. Proses penelitian yang dibahas tentang waktu perbaikan sistem kontrol *drop door* dan modifikasi yang dilakukan pada sistem kontrol *drop door* menggunakan *smart relay zelio* SR 2B201FU.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah didapat dan sudah dilakukan penelitian, maka tujuan yang dilakukan dari penelitian tersebut yaitu memodifikasi sistem kontrol *drop door* menggunakan *smart relay zelio* SR 2B201FU.

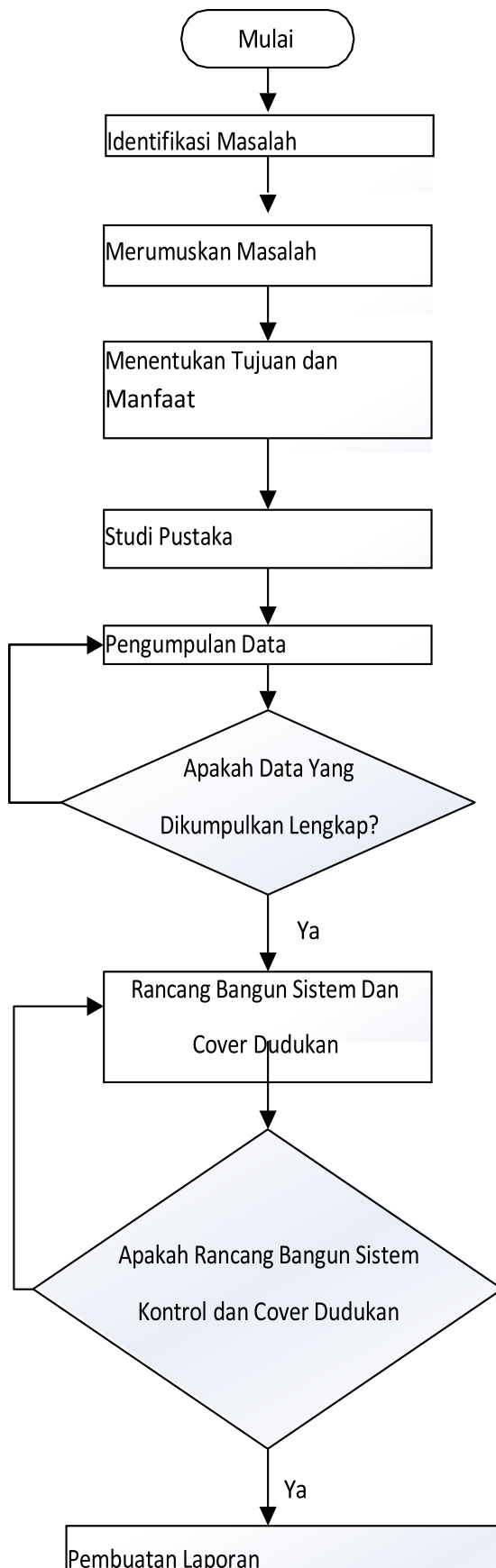
Manfaat yang didapat dari memodifikasi sistem kontrol pada penelitian ini adalah memudahkan pekerja saat melakukan perbaikan sistem kontrol karena wiring pengkabelan tidak rumit, waktu perbaikan yang

diperlukan lebih efisien.

II. METODE PENELITIAN

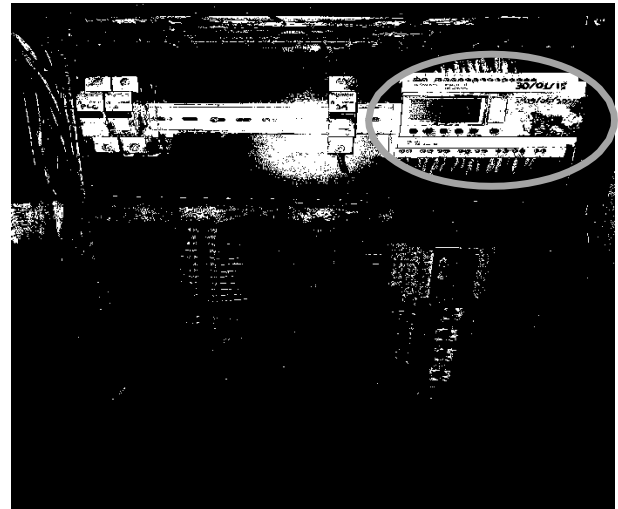
Alur penelitian dalam penelitian ini menjelaskan mengenai tahapan atau prosedur penelitian untuk melakukan perubahan pada sistem kontrol yang sebelumnya konvensional akan dirubah menggunakan *smart relay zelio* dan penambahan *throttle*, serta perubahan *frame limit switch*. Alur penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah pada mesin MCA 06 pada tahap ini peneliti melakukan pengamatan untuk mencari masalah yang terjadi di MCA 06. Kemudian dilanjutkan dengan merumuskan masalah pada tahap ini ditemukan masalah salah satunya pada *drop door* mesin mixer MCA 06. Selanjutnya menentukan tujuan dan manfaat pada tahap ini peneliti menentukan akan dilakukan perubahan pada sistem kontrol *drop door* dan perubahan *frame limit switch*. Tahapan selanjutnya yaitu studi pustaka dimana pada tahap ini dilakukan studi terhadap penelitian - penelitian yang serupa serta pencarian tentang teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dikerjakan melalui buku – buku, jurnal, maupun artikel ilmiah yang akan dijadikan referensi atau pedoman agar penelitian lebih terarah dan memiliki teori dasar yang kuat.

Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data, pada tahap ini pengumpulan data – data kerusakan *drop door* dan data waktu perbaikan *drop door*, pengumpulan data dilakukan dengan observasi terhadap departemen *engineering*. Tahap selanjutnya melakukan rancang bangun sistem dan *frame*, pada tahap ini perubahan sistem kontrol dengan menggunakan *smart relay zelio* dan perubahan pada *frame limit switch* serta penambahan *throttle valve*. Dan melakukan penagplikasian dari sistem kontrol yang telah dirubah dan percobaan pada *limit switch* serta pergerakan *drop door*. Tahap terakhir yaitu pembuatan laporan, pada tahap ini proses penerapan dibuat laporan tentang waktu perbaikan dan kekuatan *frame limit switch* serta getaran yang dihasilkan, agar mengetahui perbandingan sebelum dan sesudah dirubah. Dapat dilihat pada gambar 4 flow chart kegiatan.



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kontrol pada *drop door* yang telah dirubah memiliki perbedaan, baik dari segi desain maupun dari segi *wiring* pengkabelan. Desain yang digunakan pada sistem kontrol *drop door* adalah sistem kontrol yang menggunakan *smart relay zelio*. Dimana sistem kontrol tersebut di lengkapi dengan *smart relay zelio* yang berfungsi sebagai pengganti dari kumpulankontaktor yang digunakan pada sistem kontrol sebelumnya. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 28 Sistem Kontrol Smart Relay Zelio

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Prinsip kerja dari sistem kontrol yang menggunakan *smart relay zelio* yang diberi tanda lingkaran hijau yaitu bekerja untuk mengatur proses mesin. *Smart relay* akan bekerja ketika menerima sinyal input yang berasal dari proses mesin. Selanjutnya *smart relay zelio* akan mengatur proses berdasarkan program yang telah ditanamkan sebelumnya yang sudah dibuat dengan menggunakan *ladder diagram*. Dan prinsip kerja *relay* pada rangkaian ini adalah ketika terjadi masalah pada sistem kontrol tidak langsung merusak *smart relay zelio* dan sebagai indikator ketika alat bekerja.

Dan pada gambar 6 selanjutnya dapat dibuktikan dengan gambar dengan melihat relay yang terdapat pada panel bekerja. Gambar 4. *Flow Chart* Kegiatan

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

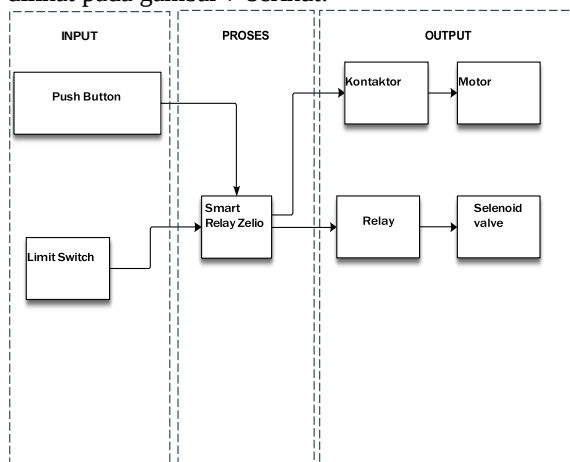


Gambar 6 Pembuktian Komponen Bekerja Dengan Relay

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Dari gambar 6 bahwa komponen relay yang berfungsi sebagai indikator menunjukkan bahwa beberapa alat bekerja dengan sempurna. Contoh pada gambar tersebut sedang menunjukkan alat yang bekerja adalah motor *low pressure*, motor *high pressure*, *solenoid lock close*, dan lampu *drop door close*.

Sistem kontrol yang digunakan pada *drop door* terdiri dari beberapa komponen, yaitu : *push button* NO, *emergency stop* NC, sensor *limit switch*, *solenoid valve*, dan motor. Diagram blok sistem kontrol dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Mekanisme Sistem Kontrol Drop Door

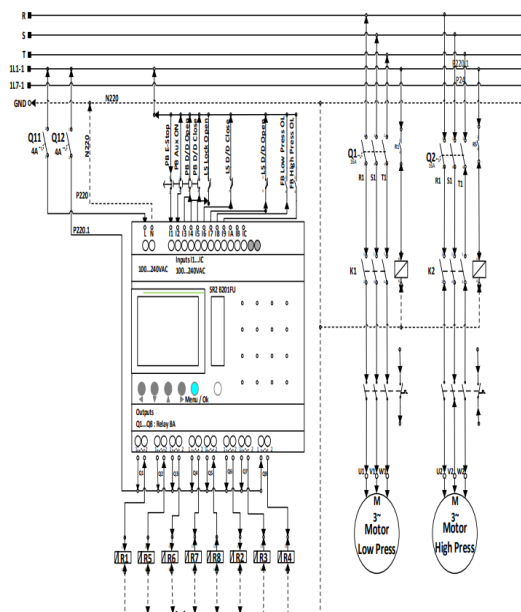
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

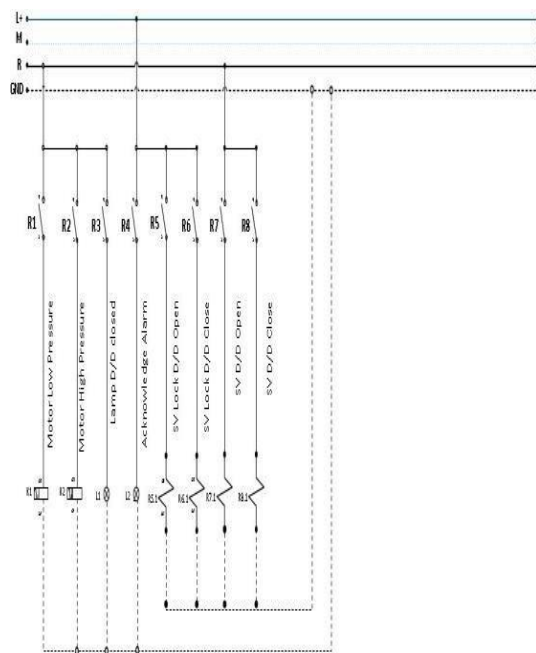
Sistem kontrol ini merupakan sistem kontrol *open loop* atau *loop* terbuka, dimana sistem ini bekerja tidak secara berulang – ulang dengan pengontrolan kerja sistem yang dilakukan oleh *smart relay zelio*.

Smart relay zelio menjadi kontroler pada sistem ini dengan komponen *input* dan *output*. Komponen *input* terdiri dari sensor dan *push button* yang akan memberi sinyal masukan untuk selanjutnya diproses oleh *smart relay zelio*. Kemudian pada komponen *output* berupa *relay* untuk mengaktifkan *solenoid valve* sehingga sistem kendali pneumatik dapat bekerja. Selain *relay*, kontaktor juga menjadi salah satu beban yang berfungsi sebagai kontak untuk mengaktifkan motor listrik yang kerjanya dikontrol oleh *smart relay*

zelio. *Drop door* bekerja dengan memanfaatkan 2 *push button*, *push button* pertama berfungsi sebagai membuka *drop door* dan *push button* kedua untuk menutup *drop door*, terdapat 1 *emergency stop* sebagai tombol pengaman sistem kerja mesin. Selain itu, terdapat 1 sensor yaitu *limit switch* sebagai *trigger* untuk mengaktifkan *solenoid Valve* guna membuka aliran angin menuju silinder *drop door*. Karena sistem kerja *drop door* menggunakan tekanan angin untuk menggerakkan buka dan tutunya *drop door*. Terdapat sebanyak delapan *relay* yang berfungsi sebagai indikator yang dapat mengetahui berfungsi dan tidaknya suatu alat atau sebagai pengaman ketika terjadinya kerusakan atau pada alat yang tidak langsung berpengaruh terhadap *smart relay zelio*. Terdapat dua kontaktor juga yang berfungsi sebagai pengaman dan sebagai *feedback* yang berfungsi sebagai tanda apakah motor *low* dan *high pressure* bekerja atau tidak. Dan *smart relay zelio* sebagai otak dari sistem kontrol yang dapat mengatur sistem kerja *drop door*.

Dari wiring keseluruhan ini dapat diketahui seluruh komponen yang digunakan pada sistem kontrol *drop door* dan dapat mengetahui tegangan yang masuk atau digunakan pada setiap komponen yang terdapat pada sistem kontrol. Dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini wiring keseluruhan sistem kontrol *drop door*.





Gambar 8 Wiring Keseluruhan Sistem Kontrol Drop Door

(Sumber : Hasil Kajian Penulis)

Pada gambar wiring diagram input yang diberi tanda kotak merah pada gambar 31 terdapat duabelas inputan yang terdapat pada *smart relay zelio* tipe SR2B201FU inputan yang digunakan sembilan inputan dan inputan pada *smart relay zelio* di beri tanda huruf (I) . Arus yang dibutuhkan untuk inputan pada *smart relay zelio* membutuhkan 220VAC. Untuk *push button open* terdapat pada (I3) dan *push button close* terdapat pada (I4) digunakan rangkaian *Normally Open* (NO). Terdapat *push button emergency stop* terdapat pada (I1) digunakan rangkaian *Normally Close* (NC) dan *push button auxillary on* terdapat pada (I2) digunakan rangkaian *Normally Open* (NO) keempatnya menggunakan sumber tegangan 220VAC. Di dalam inputan tersebut terdapat pula 3 *limit switch* terdapat pada (I5), (I6) dan (I7) yang menggunakan sumber tegangan 220VAC pada pin positif (+) dan -220VAC pada pin minus (-). *Limit switch* yang digunakan yaitu tipe Omron Tz- 8108 maka sumber tegangan yang digunakan 220VAC, dan terdapat juga dua kontaktor yang terdapat pada (I8) dan (I9) menggunakan sumber 220VAC.

Pada gambar wiring *output module* yang diberi tanda kotak biru pada gambar 31 digunakan pada sitem kontrol pada *smart relay zelio* tipe SR2B201FU terdapat delapan *output*. Ada beberapa komponen yang terdapat pada *output* seperti motor AC, *solenoid*, lampu indikator, alarm. Terdapat dua motor AC setiap motor sumber tegangan yang masuk adalah 380VAC dan kontaktor *feedback* motor tersebut adalah motor low

pressure dan *high pressure* terdapat pada (Q1) dan (Q6) medapatkan tegangan 220VAC. Dan terdapat pula alarm sebagai indikator jika terjadinya kerusakan pada sistem kontrol akan memberi tanda alarm akan menyala terdapat pada (Q7), alarm tersebut mendapatkan masukan sumber tegangan 220VAC dan terdapat pula lampu *drop door*

close sebagai indikator penanda jika *drop door* sudah tertutup dan terdapat pada (Q8), sumber tegangan yang masuk pada lampu tersebut yaitu 220VAC. Di bagian *output* terdapat pula *solenoid Valve* yang

terdiri 4 bagian dan pada *solenoid valve* dan terdapat pada (Q2), (Q3), (Q4) dan (Q5) sumber tegangan yang masuk adalah 220VAC dan sebelum masuk ke *solenoid* diturunkan tegangannya menggunakan *power supply* 24VAC maka tegangan yang masuk ke *solenoid* adalah 24VAC.

Pada mesin mixer MCA 06, sistem kontrol *drop door* yang digunakan merupakan *smart relay zelio* dengan tipe SR2B201FU. Pada *smart relay zelio* terdapat dua belas slot inputan dan delapan slot *outputan*. Modul inputan yang digunakan dari slot I1 sampai dengan I9, sedangkan *outputan* yang digunakan slot Q1 sampai dengan Q8. Pada rancang bangun sistem kontrol *drop door* alamat inputan dan *outputan* yang digunakan dijelaskan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Keterangan alamat sitem kontrol Drop Door dengan smart relay zelio

No	Alamat	Keterangan
1	I1	Push button emergency
2	I2	Push button auxiliary on
3	I3	Push button open Drop Door
4	I4	Push button close Drop Door
5	I5	Limit switch lock Drop Door open
6	I6	Limit switch Drop Door open
7	I7	Limit switch Drop Door close
8	I8	Feedback kontaktor low pressure
9	I9	Feedback kontaktor high pressure
10	Q1	Kontaktor low pressure on
11	Q2	Solenoid Valve lock open
12	Q3	Solenoid Valve lock close
13	Q4	Solenoid Drop Door open
14	Q5	Solenoid Drop Door close
15	Q6	Kontaktor high pressure on
16	Q7	Alarm motor over load
17	Q8	Lampu Drop Door Close

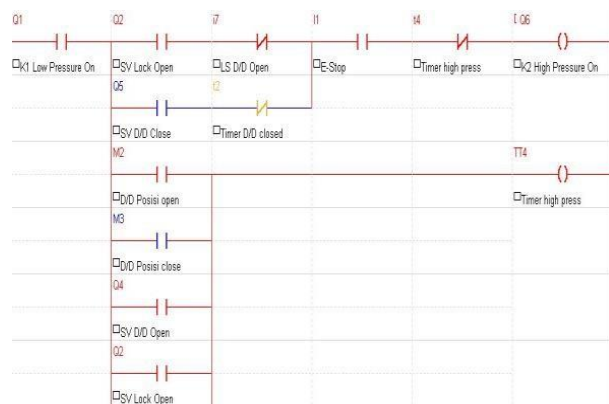
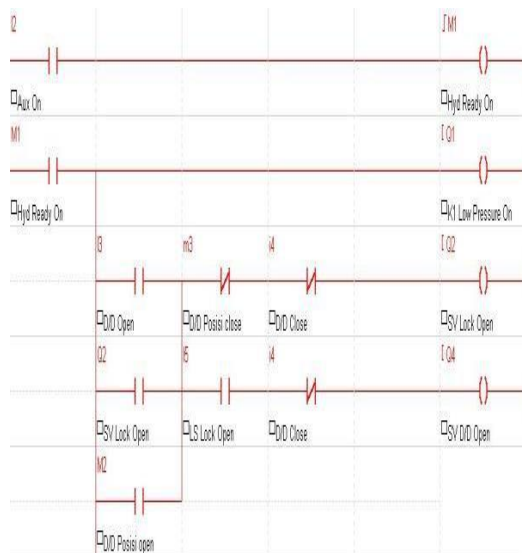
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa rancang bangun sistem kontrol *drop door*, terdapat beberapa cara kerja yang memanfaatkan input berupa *push button* dan

limit switch yang diberikan padarangkaian ini. Dimana *push button* digunakan sebagai penghubung dan pemutus arus yang dapat menjadi *trigger* agar memulai suatu kondisi komponen lain bekerja dan terdapat sensor *limit switch* yang berfungsi sebagai trigger untuk dapat diolah didalam *smart relay zelio* dan akan diterima *outputan* seperti *relay* dan *solenoid valve*. Dan terdapat *outputan* seperti *solenoid valve* yang digunakan sebagai pengatur keras lembutnya benturan pada *drop door* dan terdapat alarm *over load* dimana alarm ini akan bekerja atu memberi tanda sija terjadinya arus berlebih pada sistem kontrol dan terdapat dua kontaktor yang berfungsi sebagai pengaman dan indikator jika siap motor bekerja.

Kumpulan program pada *smart relay zelio* biasa disebut dengan *ladder diagram*. Pada rancang bangun sistem kontrol *Drop Door* dibutuhkan program untuk menunjang kinerja sistem kontrol *Drop Door* yang dibuat. Pembuatan *ladder diagram* dilakukan menggunakan *software zeliosoft 2*. Pada *ladder* mesin ini terdapat beberapa proses yang merupakan cara kerja *Drop Door* tersebut.

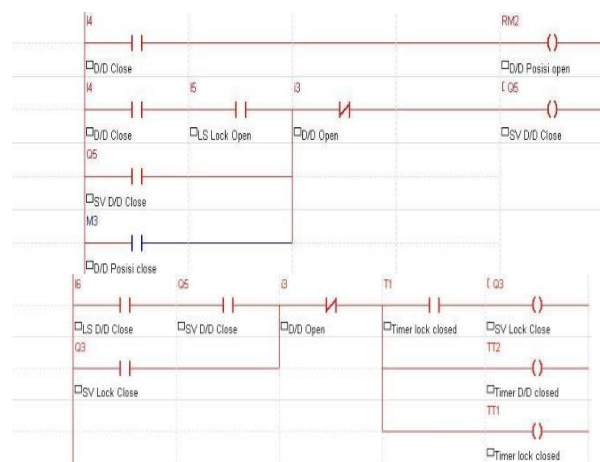
Prinsip kerjanya dibuat sistem kontrol dimana I2 digunakan sebagai *start* atau bisa disebut juga *auxillary on* dimana sistem kontrol mulai bekerja atau menyala, dan ketika I2 menyala atau ditekan *outputan* yang akan menyala yaitu Q1 sebagai kontaktor ke motor *low pressure*. Kemudian pada I3 digunakan sebagai *push button open Drop Door* dimana yang akan bekerja yaitu Q2 sebagai *solenoid lock open* dan Q6 sebagai kontaktor motor *high pressure*, dan ketika mengenai *limit switch lock open* I5 bekerja *output* yang akan bekerja adalah Q4 sebagai solenoid *drop door open*.



Gambar 9 Gambar Ladder Star dan Open Drop Door Saat Simulasi

(Sumber : Hasil Kajian Penulis)

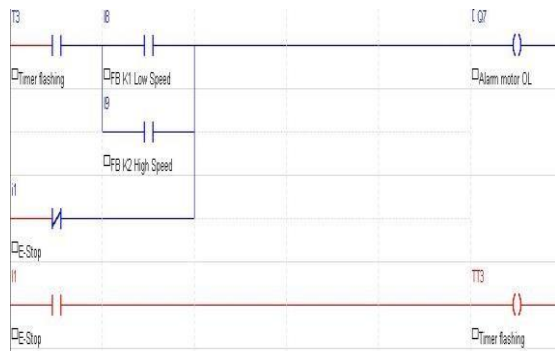
Setelah *ladder diagram open dan start Drop Door* pada gambar 9, kemudian adanya *ladder close drop door* yaitu berfungsi sebagai penutup *drop door* dan penutup *lock drop door*. Prinsip kerjanya yaitu ketika *push button* I4 yang digunakan sebagai *close Drop Door* ditekan maka akan menjalankan Q5 yaitu *solenoid valve drop door close*. Dan ketika mengenai I6 yaitu *limit switch drop door close* tertekan maka akan menjalankan Q3 yaitu *solenoid valve lock close*.



Gambar 10 Ladder Close Drop Door Saat Simulasi

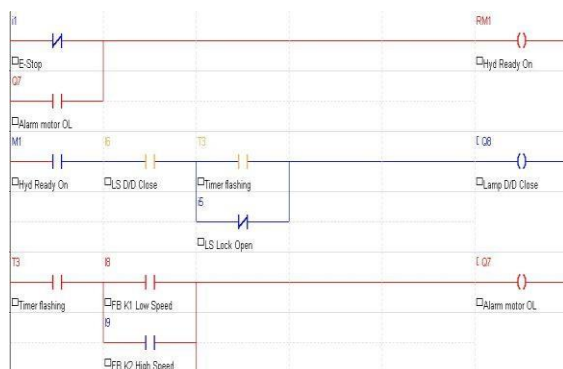
(Sumber : Hasil Kajian Penulis)

Selanjutnya adanya *ladder emergency stop push button* yang digunakan pada sebagai pemutus arus listrik ketika terjadi masalah pada mesin. Prinsip kerja *push button emergency* yang ditempatkan pada I1 dimana ketika *push button* ini ditekan maka semua sistem kontrol akan berhenti bekerja.



Gambar 11 Ladder Emergency Stop Saat Simulasi
(Sumber : Hasil Kajian Penulis)

Selanjutnya adanya kontaktor *feedback over load* prinsip kerjanya sebagai perantara ketika terjadinya beban berlebih yang masuk pada alat, maka akan memberi tanda. Terdapat pada I8 yang berfungsi sebagai *feedback over load* motor *low speed* dan I9 digunakan sebagai *feedback over load* motor *high speed* dan output yang dihasilkan dari kedua kontaktor tersebut adalah Q7 sebagai alarm over load dan timer flashing menyala.



Gambar 12 Ladder Feedback Over Load Saat Simulasi
(Sumber : Hasil Kajian Penulis)

Pada pengujian sitem kontrol dan program yang dilakukan meliputi pengujian ladder PLC beserta komponen input dan output yang terhubung dengan *smart relay zelio*. Proses pengujian melalui verifikasi simulasi program *smart relay zelio* dan menjalankan sistem *drop door* secara langsung. Hasil verifikasi sistem kontrol dan program terdapat pada tabel 4 berikut ini. Tabel 4 Verifikasi Sistem Kontrol dan Program

NO	Item Pengujian	Keterangan	Hasil
1	Simulasi Program	Meliputi : a. Ladder Open Drop Door b. Ladder Close Drop Door c. Ladder Emergency d. Ladder Feedback Over Load	Sesuai
2	Push button Emergency	Keseluruhan sistem berhenti bekerja	Sesuai
3	Push button start	Sistem kontrol langsung bekerja	Sesuai
4	Push button open Drop Door	Drop Door bekerja dan langsung terbuka	Sesuai
5	Push button close Drop Door	Drop Door bekerja dan langsung tertutup	Sesuai
6	Limit switch	Ketika sensor on Drop Door dan lock Drop Door	Sesuai
7	Lampu indikator	Aktif ketika suatu komponen bekerja	Sesuai
8	Motor low speed	Aktif ketika push button start ditekan	Sesuai
9	Motor high speed	Aktif ketika lock dan Drop Door bekerja karena berfungsi sebagai motor bantu	Sesuai

(Sumber : Hasil Kajian penulis, 2021)

Pada hasil rancang bangun sistem kontrol memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Dibawah ini merupakan kelebihan sistem kontrol *dropdoor* setelah dirubah.

1. Pengkabelan pada sistem kontrol lebih rapih dan tidak rumit.
2. Pemrograman dan deteksi koreksi kesalahan lebih mudah.
3. *Smart relay zelio* termasuk peralatan yang aman dari segi dokumentasi dan dari hal – hal yang berkaitan dengan programnya.
4. Rancang bangun rangkaian kontrol lebih mudah dan cepat .
5. Pemakaian *smart relay zelio* membuat rancang bangun atau modifikasi dapat diimplementasikan lebih singkat dibandingkan sitem kontrol konvensional.

Adapun kekurangan dari perubahan sistem kontrol *drop door* yang dilakukan adalah :

1. Untuk penggunaan *smart relay zelio* seperti ini perlu diperhatikan kondisi lingkungan karena penggunaan ditempat yang panas dan getaran yang terlalu tinggi dan terjadi berulang-ulang penggunaannya kurang cocok.
2. Terbilang teknologi baru, untuk mengubah sistem dibutuhkan beberapa pembelajaran terlebih dahulu dan perlu pertimbangan untuk memakainya baik secara keseluruhan maupun secara biaya yang diperlukan
3. Karena *smart relay zelio* digunakan untuk projek sederhana, maka terbatas dalam jumlah input dan outputnya

Biaya yang dibutuhkan pada penggunaan sistem kontrol menggunakan *smart relay zelio* dibandingkan dengan

sistem kontrol konvensional yang berfungsi untuk sistem kerja *drop door* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5 Harga komponen sistem kontrol smart relay

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Data komponen	Harga Satu Komponen	Jumlah Komponen Yang Digunakan	Total Harga
<i>Smart Relay Zelio SR2 B201FU</i>	Rp 1.734.000	1	Rp 1.734.000
<i>Relay Omron 220V</i>	Rp 51.000	8	Rp 408.000
MCB 1 Phasa	Rp 63.000	3	Rp 189.000
Terminal Kabel	Rp 9.000	2	Rp 18.000
Soket Relay	Rp 12.000	8	Rp 96.000
<i>No fuse Breaker 30 A</i>	Rp 250.000	1	Rp 250.000
<i>Thermal Over Load</i>	Rp 130.000	2	Rp 260.000
Kontaktor	Rp 92.000	2	Rp 184.000
TOTAL HARGA KESELURUHAN	Rp 3.139.000		

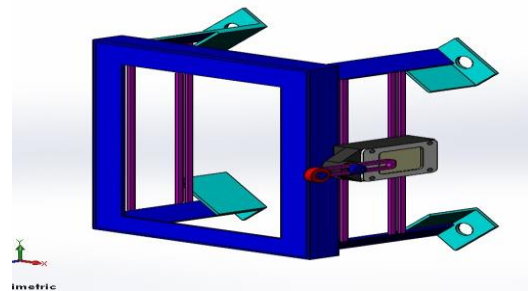
Tabel 6 Harga komponen sistem kontrol konvensional

Data komponen	Harga Satu Komponen	Jumlah Komponen Yang Digunakan	Total Harga
Kontaktor 3TH42	Rp 466.000	10	Rp 4.660.000
Kontaktor 3TH80	Rp 330.000	5	Rp 1.650.000
Kontaktor LAD N22	Rp 132.000	3	Rp 396.000
Kontaktor 3TH82	Rp 313.000	3	Rp 939.000
TDR Omron H3BA	Rp 230.000	1	Rp 230.000
No Fuse Breaker 30 A	Rp 250.000	1	Rp 250.000

TOTAL HARGA KESELURUHAN	Rp 8.125.000
-------------------------	--------------

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

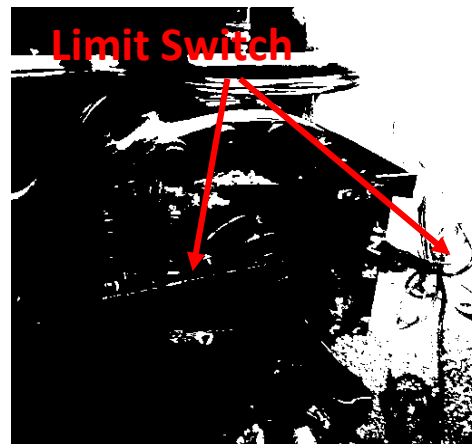
Gambar 13 Desain Frame for adjustable limit switch



(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 perbandingan biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan sistem kontrol menggunakan *smart relay zelio* sebesar Rp 3.139.000, sedangkan biaya yang dibutuhkan pada penggunaan sistem kontrol konvensional sebesar Rp 8.125.000. Hal ini membuktikan biaya penggunaan sistem kontrol *smart relay zelio* lebih rendah dibandingkan sistem kontrol konvensional. Dan dibuat desain frame limit switch pada gambar 13 seperti berikut.

Rancang bangun yang penulis lakukan dengan cara mendesain *frame* yang semula tidak dapat mengatur posisi *limit switch* menjadi *frame* yang dapat mengatur posisi *limit switch*. Sehingga memiliki fleksibilitas tinggi dan mengurangi waktu perbaikan saat penyetelan ulang *limit switch*. Gambar 14 menunjukkan *frame* yang dapat mengatur posisi *limit switch*.



Gambar 14 Frame Drop Door For Adjustable Limit Switch

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2021)

Selain itu penulis juga memodifikasi *solenoid valve drop door* dengan menambahkan *throttle valve* sebagai pengatur kecepatan. Gambar 15 menunjukkan penambahan *throttle* yang berfungsi untuk menurunkan kecepatan *drop door open or close*.

A. Jarak pergerakan drop door sebelum modifikasi



Gambar 16 Pergerakan drop door sebelum modifikasi

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Pengukuran pergerakan drop door melingkar

$$S = \frac{60^\circ}{360^\circ} \times \pi D \dots\dots\dots(2.1)$$

$$S = \frac{60^\circ}{360^\circ} \times 3.14 \times 15 \text{ cm}$$

$$S = 7,85 \text{ cm}$$

sebesar 60 0 dikarenakan drop door sempat terhenti dan kembali bergerak hingga terbuka maksimal. Waktu pergerakan drop door dihitung menggunakan alat stopwatch sedangkan jarak gerakan drop door dapat menggunakan persamaan 2.1

Waktu yang didapat dari hasil stopwatch sebesar 1,8s. Sehingga kecepatan drop door open dapat menggunakan persamaan 2.2.

Hasil dari kecepatan sebelum modifikasi sebesar 4,36 cm/s yang selanjutnya akan dibandingkan dengan kecepatan setelah modifikasi.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{7,85 \text{ cm}}{1.8} = 4,36 \text{ cm/s} \dots\dots\dots(2.2)$$

B. Jarak pergerakan drop door setelah modifikasi

Gambar 17 Pergerakan drop door sesudah modifikasi
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Perhitungan jarak drop door terbuka setelah modifikasi sama seperti seblumnya. Sehingga perhitungan dapat menggunakan persamaan 2.1.

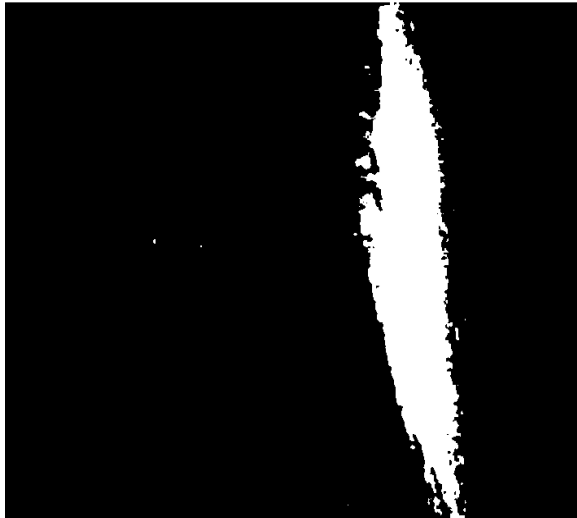
$$S = 600 \ 3600 \times \pi D \dots\dots\dots(2.1)$$

$$S = 0,5 \times 3,14 \times 15 \text{ cm } S = 7,85 \text{ cm}$$

Waktu yang didapat setelah modifikasi sebesar 2,20s, maka kecepatan dapat dihitung kembali dengan persamaan 2.2. $V = s \ t = 7,85 \text{ cm } 2.2 = 3,56 \text{ cm/s} \dots\dots\dots(2.2)$

Kecepatan gerak drop door sebelum dimodifikasi sebesar 4,36 cm/s, sedangkan kecepatan gerak drop door setelah dimodifikasi sebesar 3,56 cm/s. Hal ini membuktikan bahwa kecepatan yang dihasilkan setelah dimodifikasi lebih kecil dibandingkan sebelum dimodifikasi yang membuat getaran yang dihasilkan lebih rendah.

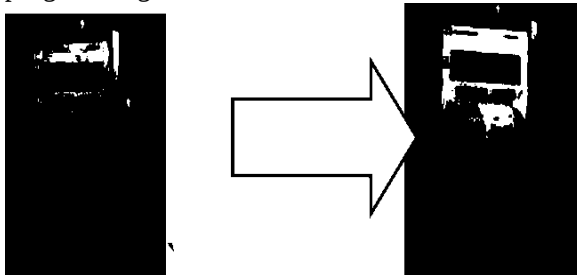
Pengukuran getaran dilakukan sebelum dan sesudah modifikasi dengan menggunakan alat vibration meter model 205M. lokasi pengukuran berada pada dinding samping mixer chamber dimana terjadinya getaran yang timbul akibat benturan drop door dengan body mixer. Penempelan magnetic base dapat dilihat pada gambar 18 yang menunjukkan lokasi pengukuran getaran pada dinding chamber mixer.



Gambar 18 Lokasi pengukuran getaran pada chamber mixer.

(Sumber: Hasil kajian Penulis, 2021)

Setelah modifikasi dilakukan dengan penambahan throttle valve pada bagian drop door. Selanjutnya, knop throttle di putar sebanyak tujuh kali berlawanan arah jarum jam hingga kecepatan gerak melingkar drop door menurun. Gambar 19 menunjukkan hasil pengukuran getaran sebelum dan sesudah modifikasi.



Gambar 19 Hasil Pengukuran getaran menggunakan alat Vibration Meter model 205M.

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2021)

Berdasarkan gambar diketahui bahwa hasil getaran sebelum dimodifikasi sebesar $62,8 \mu\text{m}$ dan setelah modifikasi hasil getaran yang ditimbulkan sebesar $39,6 \mu\text{m}$. Hal ini membuktikan hasil modifikasi dapat membuat getaran drop door menurun.

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada saat setelah melakukan perubahan pada sistem kontrol waktu yang dibutuhkan saat perbaikan lebih rendah dibandingkan yang masih menggunakan sistem kontrol konvensional. Dapat dilihat pada tabel 7 waktu perbaikan yang dilakukan saat terjadi masalah.

Tabel 7 waktu down time perbaikan Drop Door MCA 06.

Bulan	Tanggal	Waktu perbaikan (Menit)
Juni	15	13,18
	19	12,48
	22	21,6
	25	23,8
	27	21,43
Jumlah		92,49
Rata-rata permenit		18,49
Time max		23,8
Time min		12,48

(Sumber : Hasil Kajian penulis, 2021)

Terlihat dari tabel 7 menunjukkan penurunan rata-rata permenit down time dengan menggunakan sistem kontrol yang baru, data diambil melalui oracle dan perhitungan waktu stop mesin. Adapula hasil perbaikan mechine pada faktor under pressure dimana penambahan throttle berhasil membuat gerakan drop door close lebih smooth dan menurunkan compound yang tersangkut. Sedangkan pada faktor frame terlihat bahwa kondisi limit switch masih normal tanpa adanya kerusakan pada arm yang abnormal.

IV. KESIMPULAN

Untuk menurunkan waktu perbaikan pada sistem kontrol yaitu dengan merubah sitem kontrol yang sebelumnya masih menggunakan kumpulan kontaktor yang diguakan sebagai pengontrol, dan dirubah dengan menggunakan smart relay zelio dimana dari waktu perbaikan menggunakan smart relay zelio lebih efisien. Dan untuk dapat menurunkan getaran ditambahkan throttle valve pada bagian selenoid, karena pemasangan throttle valve dapat mengatur kecepatan buka dan tutup dari drop door tersebut. Selanjutnya pada frame limit switch dirubah agar lebih presisi agar bukan tutup drop door lebih maksimal.

V.DAFTAR PUSTAKA

- 1 Husni, N. L., & Utami, R. (2011). Aplikasi Zelio Soft
- 2 Pada Sistem Keamanan Smart Room Dengan Menggunakan Smart Relay.
- 3 Ilmiah, N. P. (2014). PERUBAHAN BENTUK THROTTLE VALVE KARBURATOR TERHADAP KINERJA ENGINE UNTUK 4 LANGKA