

PERENCANAAN *SIDE BUMPER* ADAPTIF PADA TRUK MITSUBISHI COLT DIESEL 100 PS (4 RODA)

Vinsensius Litmantoro¹⁾, Joni Dewanto²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : vinsensiuslie@yahoo.com¹⁾, jdewanto@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Kebutuhan menggunakan alat transportasi niaga besar sebagai sarana yang menunjang dalam kegiatan usaha manusia pada saat ini meningkat pesat. Kegiatan transportasi sangat banyak dibutuhkan dan banyak dilakukan oleh setiap individu, pribadi atau perusahaan-perusahaan yang memiliki usaha yang memakai alat transportasi niaga besar. Sebagaimana yang telah diketahui antara truk dan sepeda motor menjadi sorotan utama kecelakaan fatal, di tengah belum membaiknya kualitas transportasi publik dan sangat membutuhkan perangkat keselamatan yang baik untuk digunakan oleh truk. Untuk itu peneliti akan mengembangkan pengaman samping (side bumper adaptif) sebagai standar yang layak digunakan sebagai pengaman utama kolong truk. Perancangan ini dimaksudkan untuk menghindari kasus-kasus serupa dengan menggunakan sistem pneumatik, dimana sistem yang umumnya difungsikan menggunakan sistem konvensional pada rancangan ini akan digantikan oleh sistem pneumatik yang dikontrol oleh mikrokontroler dan dioperasikan secara otomatis. Dengan menggunakan sistem pneumatik dan mikrokontroler yang telah diketahui dan diperhitungkan cara kerjanya, side bumper adaptif itu akan bergerak naik-turun akan bekerja dengan sempurna sehingga menghindari pengendara sepeda motor yang terpeleset masuk ke dalam kolong truk tersebut. Sistem side bumper adaptif yang paling optimal untuk tugas ini adalah sistem pneumatik ini menghasilkan gaya naik-turun. Sehingga sistem mikrokontroler dapat bekerja sebagaimana yang telah diharapkan.

Kata kunci: Side bumper adaptif, truk, pencegahan kecelakaan

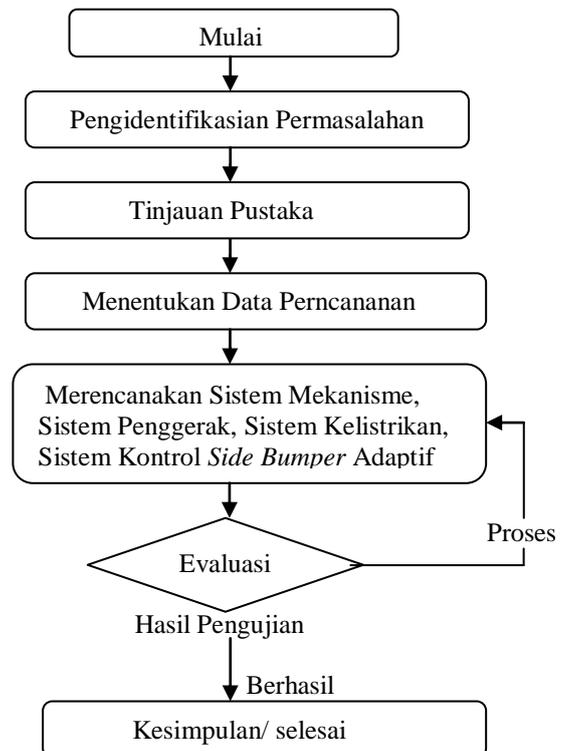
1. Pendahuluan

Kebutuhan dalam menggunakan alat transportasi niaga besar sebagai sarana yang menunjang dalam kegiatan usaha manusia pada saat ini meningkat pesat. Kegiatan transportasi sangat banyak dibutuhkan dan banyak dilakukan oleh setiap individu, pribadi atau perusahaan-perusahaan yang memiliki usaha yang memakai alat transportasi niaga besar.

Dengan demikian sangat berpotensi terjadi kejadian kecelakaan fatal lalu lintas. Pemicu utama pada truk karena memiliki ukuran fisik yang lebih besar dan tinggi dibanding pengendara sepeda motor.

Padahal pemerintah telah mengatur agar Truk itu dilengkapi dengan perisai pelindung. Penggunaan perisai kolong ini diatur dalam PP No: 44 tahun 1993 "Kendaraan dan Pengemudi". Pasal 106 (1) di paragraf 16 tentang Persyaratan Tambahan Khusus kendaraan barang disebutkan bahwa setiap kendaraan barang yang tinggi ujung kendaraan atau bagian samping badannya berjarak lebih dari 700 mm di atas jalan, dipasang perisai kolong. Untuk itu maka perlu dilakukan perancangan pengaman samping (*side bumper adaptif*) sebagai standar yang layak digunakan sebagai pengaman utama kolong truk.

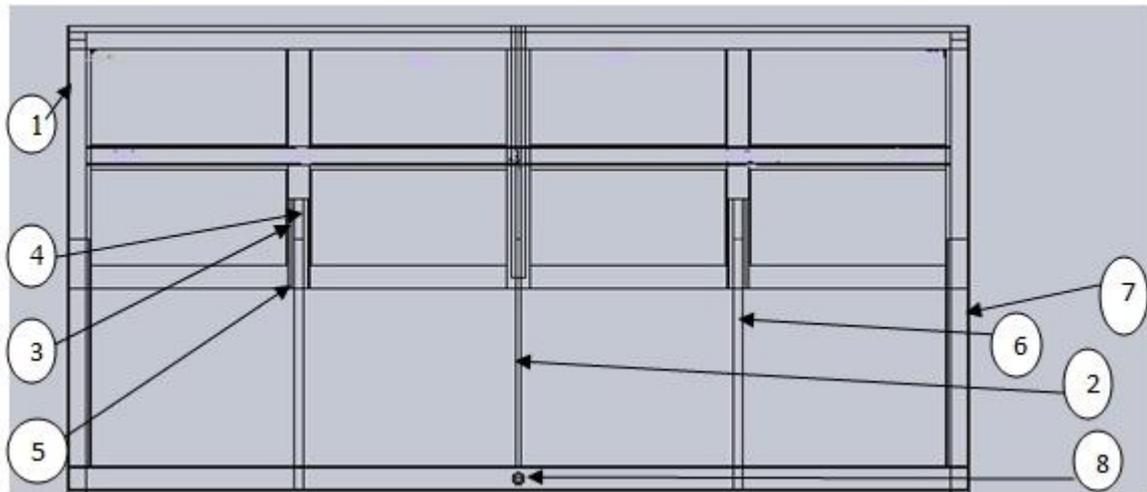
2. Metode Perancangan



Gambar 2.1 Flowchart Perancangan

3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan Sistem Mekanik *side bumper* adaptif



Gambar 1. Komponen-komponen *side bumper* adaptif

Daftar nama komponen berdasarkan gambar desain diatas :

1. Pagar tetap
2. *Linear actuator*
3. *Bushing linear bearing*
4. *Linear bearing*
5. *Snap ring*
6. *Hardened shaft*
7. Pagar gerak
8. Pen pengunci *as linear actuator*

Tabel 1 Spesifikasi komponen *side bumper* adaptif

Nomor	Nama Komponen	Spesifikasi					
		Jumlah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Ketebalan (mm)	Diameter Dalam (cm)	Diameter Luar (cm)
1.	Pagar Tetap	1	1500	440	-	-	-
2.	<i>Linear Actuator</i>	1	300	-	-	2,5	3,2
3.	<i>Bushing Linear Actuator</i>	2	150	-	-	3,2	2,8
4.	<i>Linear Bearing</i>	2	-	-	-	2,8	1,6
5.	<i>Snap Ring</i>	2	-	-	-	-	2,8
6.	<i>Hardened Shaft</i>	2	340	380	-	-	1,6
7.	Pagar Gerak	1	1500	40	-	-	-
8.	Pen pengunci <i>as linear actuator</i>	1	60	-	-	1,6	1,8

Sebagai berikut urutan rancangan dan cara kerja komponen mekanisme *side bumper* adaptif peneliti merancang pagar tetap/ *side bumper (fix)* menggunakan bahan besi hollow 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 1,8 mm dengan ukuran panjang total 1500 mm dan memiliki lebar 440 mm dalam hal ini pagar tetap mengalami proses pengelasan yang berguna untuk menjadikan satu

unit pagar tetap/ *side bumper (fix)*. Dengan proses pertama-tama pada pagar tetap ini terdapat 8 buah kolom dan menjadi 2 bagian dengan ukuran masing-masing panjang kolom : @4 x 325 mm dan lebar : 160 mm. Kemudian dipasang 5 buah batang penopang yang berfungsi untuk meletakkan komponen mekanisme *side bumper* adaptif ini pada dalam penopang-penopang tersebut. Pada tiap-tiap penopang menggunakan bahan

besi *hollow* 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 1,8 mm kemudian diukur ukuran panjang 440 mm. Kemudian dirakitlah komponen – komponen *side bumper* adaptif yang lain, yakni merancang 2 buah *bushing linear bearing* yang terbuat dari bahan *mild steel* yang mengalami proses pembubutan dengan ukuran diameter luar *bushing linear bearing* \varnothing : 3,2 cm, diameter dalam *bushing linear bearing* \varnothing : 2,8 cm yang berfungsi sebagai pengunci antara kolom *fix* dan *linear bearing*. Setelah membuat *bushing linear bearing* peneliti menyematkan 2 *linear bearing* dengan ukuran diameter luar *linear bearing* \varnothing : 2,8 cm .

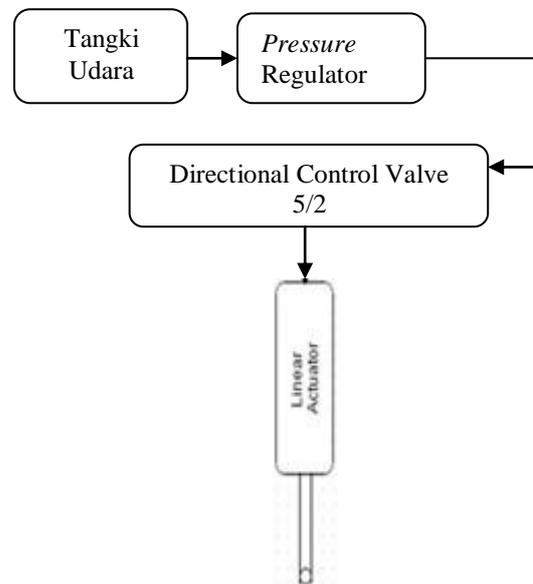
Diameter dalam *linear bearing* yang pada dalamnya terdapat bola-bola dengan pergerakan secara aksial \varnothing : 1,6 cm setelah 2 buah *linear bearing* disematkan di dalam *bushing* barulah dikunci dengan 2 buah *snap ring* yang ukurannya disesuaikan dengan diameter dalam *bushing linear bearing*. Setelah ketiga komponen (*bushing*, *linear bearing*, *snap ring*) menjadi satu kemudian diameter luar *bushing* disesuaikan dengan batang penopang yang memiliki bentuk kotak kemudian dimasukkan dengan hati-hati dengan ukuran diameter luar *bushing* 3,2 cm. Setelah itu memasukkan *linear actuator* pada dalam batang penopang pagar tetap yang pada as nya berfungsi untuk mengaitkan atau menghubungkan dengan komponen pagar gerak. Lalu rancangan komponen mekanisme kedua yakni peneliti merancang pagar gerak/ *side bumper* (*non fix*), pada pagar gerak ini juga masih menggunakan besi *hollow* 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 1,8 mm.

Kemudian dirancang ada beberapa komponen mekanisme *sliding* melalui proses pengelasan pada pagar gerak yakni 2 buah *sliding* penopang pada ujung kiri dan kanan memakai besi *hollow* 30 mm x 15 mm dengan ketebalan 1,8 mm, pada sebelah-sebelah penopang yang memakai besi *hollow* 30 mm x 15 mm ada 2 buah batang *sliding hardened shaft* dengan diameter \varnothing : 1,6 cm dan panjang *hardened shaft* : 38 cm. Dua dari keempat komponen mekanisme yakni besi *hollow* sebagai penopang yang tidak memiliki karakteristik dan keunggulan khusus seperti pada bahan *hardened shaft* dimasukkan ke dalam batang penopang pagar tetap namun komponen ini tetap kokoh dan bisa melakukan pergerakan yang sama. Dua dari komponen mekanisme lagi yakni *hardened shaft* masuk kedalam *linear bearing* sehingga permukaan *Hardened Shaft* yang halus bertemu dengan bola-bola *slider* sehingga dapat menghasilkan suatu pergerakan yang disebut juga sistem *sliding*. Kemudian memasukkan *linear actuator* ke dalam batang penopang, saat *linear actuator* dimasukkan pada ujung as dikaitkan menggunakan pen untuk menghubungkan antara pagar tetap dan pagar gerak agar komponen ini bisa mengalami pergerakan naik dan turun.

Perancangan Sistem Penggerak

Sistem pneumatik yaitu yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Cara kerja pneumatik sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggerak. Pada pneumatik tekanan udara inilah yang berfungsi untuk

menggerakkan sebuah *cylinder* kerja. *Cylinder* kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/ tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik.



Gambar 2. Sistem pneumatik

Dengan berdasarkan pertimbangan yang ada menurut kelebihan dan kekurangan pada masing – masing sistem penggerak, dipilih sistem penggerak dengan sistem pneumatik yang sesuai dengan kebutuhan yang digunakan pada truk mitsubishi colt diesel 100 ps (4 roda) ini.

Sistem pneumatik ini menggunakan udara sebagai tenaga penggerak, *cylinder* kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada *cylinder*). Katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus DC, solenoid valve pneumatic atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust* atau lubang keluaran.

Lubang masukan, berfungsi sebagai terminal/ tempat udara bertekanan masuk atau *supply* (*service unit*), sedangkan lubang keluaran berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatik, dan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve pneumatic* bekerja.[1]

Perhitungan rancangan sistem penggerak *side bumper* adaptif :

Untuk mengetahui tekanan yang dibutuhkan maka dihitung berdasarkan rumus :

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

P = Besaran tekanan

F = Gaya berat yang dilakukan oleh *linear actuator*

A = Luas pada piston

Pertama-tama harus kita ketahui bahwa baterai atau aki pada alat transportasi khususnya truk yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem kompresor DC yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat, yaitu gas atau udara. Udara bertekanan tersebut mengalir dan tersimpan di tangki udara sebelum digunakan dan setelah digunakan maka kompresor yang baik harus mengisi tangki penyimpanan udara itu sebagaimana fungsinya. Kemudian peneliti dapat mengukur tekanan udara yang dihasilkan melalui *pressure regulator* yang terdapat pada sistem kompresor, alat tersebut menjadi komponen wajib di setiap sistem pneumatik.

Supply udara terkompresi diatur oleh pressure regulator masuk ke sistem pneumatik. Kemudian *pressure gauge* menunjukkan besar tekanan udara di dalam sistem. Kemudian dari tekanan udara yang telah ditentukan *side bumper* adaptif ini terdapat *switch* yang menghubungkan antara sensor ultrasonik dan aki. *Switch* ini akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat saat katup tidak ditekan. Pada *relay* yang berfungsi untuk penghubung antara aki dan Sistem elektrik mikrokontroler. Sistem kontroler (ATMEGA 8535) pada *side bumper* adaptif ini berfungsi untuk pemantau jarak yang terintegrasi dengan sistem Linear aktuatur pneumatik sehingga *side bumper* adaptif dapat naik dengan sendirinya ketika sensor ultrasonik tersebut mendeteksi jangkauan ketinggian tonjolan mencapai 100 mm bahkan lebih, setelah naik dan diasumsikan bahwa truk tidak berhenti saat berada pada posisi di permukaan yang sangat menonjol tersebut supaya setelah 15 detik *side bumper* adaptif dapat turun kembali setelah truk melaju melewati permukaan tanah yang sangat menonjol tersebut pada keadaan semula. Ketika itu *solenoid valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil DC sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari *supply* pada *solenoid valve* mempunyai *directional valve* sebelum aktuatur adalah berfungsi untuk mengatur kerja aktuatur dengan cara mengatur arah udara terkompresi yang masuk atau keluar dari aktuatur.

Saat sistem *linear actuator* pneumatik bekerja itulah *side bumper* adaptif ini bekerja. Dengan demikian sistem rancangan *side bumper* adaptif ini dan dapat bekerja sesuai apa yang diharapkan.

Tangki Udara



Gambar 3. Tangki Udara

Tangki tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor tersebut diatas pada sistem pneumatik sangat diperlukan karena tangki ini merupakan wadah penyimpan sumber tenaga utama *side bumper* adaptif dimana udara yang dimampatkan di dalam tangki ketika *solenoid valve* dan *directional valve* dapat mengalirkan udara ke dalam sistem pneumatik.

Pressure Regulator



Gambar 4. Pressure regulator

Kedua alat tersebut diatas yakni kompresor dan tangki udara menjadi komponen wajib di sistem pneumatik *side bumper* adaptif. Regulator ini juga adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur *supply* udara terkompresi masuk ke sistem pneumatik. Sedangkan gauge berfungsi sebagai penunjuk besar tekanan udara untuk pensuplaian pada *linear actuator*.

Directional Control Valve



Gambar 5. Directional valve 5/2

Directional control valve (DCV) atau katub pengatur arah aliran udara masuk dan keluar yang digunakan adalah DCV 5/2 instalasinya berada tepat sebelum aktuatur, adalah berfungsi untuk mengatur kerja aktuatur dengan cara mengatur arah udara terkompresi yang masuk atau keluar dari aktuatur yang dapat menghasilkan gaya mekanis naik turun *side bumper* adaptif.

Linear Actuator



Gambar 6. Linear actuator

Linear Actuator untuk menggerakkan side bumper adaptif naik-turun sesuai tekanan yang dihasilkan oleh kompresor kemudian diatur dan dialirkan oleh *directional control valve* sehingga side bumper adaptif dapat bekerja sebagaimana yang telah diharapkan.

Dan dirumuskan dengan Persamaan 2.2

$$F = m \cdot g \quad (2.2)$$

Keterangan:

m = massa dari pagar

g = percepatan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$.

Untuk area tekanan dari *linear actuator*, maka dihitung menggunakan luas lingkaran yang dihitung berdasarkan rumus :

$$F = m \cdot g \quad (2.2)$$

Keterangan:

m = massa dari pagar

g = percepatan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$.

Untuk area tekanan dari *linear actuator*, maka dihitung menggunakan luas lingkaran yang dihitung berdasarkan rumus :

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (2.3)$$

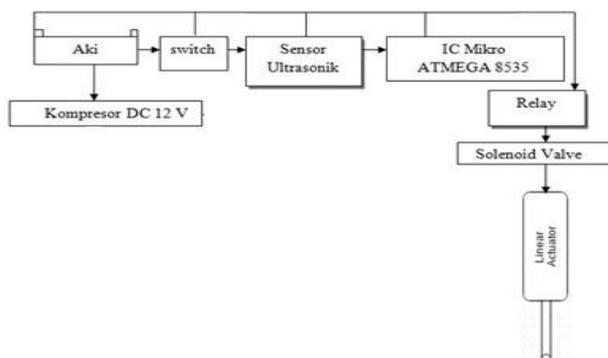
Keterangan:

D = diameter pada piston

Perancangan Sistem Kelistrikan dan Sistem Kontrol

Pada suatu sistem yang akan dirancang tidak terlepas dari sumber utamanya hingga sistem dalam alat tersebut berjalan sebagaimana yang telah disesuaikan dengan detail rancangannya.

Dalam sistem ini pada kendaraan cenderung memiliki sistem dimana DC yaitu aki sebagai pusat energi listrik tenaga utamanya



Gambar 7. Rancangan Sistem Kelistrikan dan Sistem kontrol

Aki



Gambar 8. Aki yang digunakan N70

Baterai atau aki yang digunakan untuk sistem *side bumper* adaptif ini untuk menyimpan energi listrik, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem kompresor DC, yaitu gas atau udara. Sekaligus mensuplai aliran pada switch hingga sistem mikrokontroler pada *Side Bumper* Adaptif ini

Memiliki spesifikasi sebagai berikut :

N = Normal

70 = Daya utama aki (Ampere)

Kompresor



Gambar 9. Kompresor DC 12V

Kompresor yang digunakan adalah kompresor piston kerja tunggal dengan menggunakan arus DC dengan spesifikasi 12V dengan kapasitas 15 Ampere. penggunaan kompresor pada sistem *side bumper* adaptif sangat penting, Kompresor pada sistem ini untuk menggerakkan *linear actuator* pada pneumatik melalui udara yang dihasilkan.

Pressure Switch



Gambar 10. Pressure Switch

Switch pada *side bumper* adaptif ini merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol dan terintegrasi dengan sensor ultrasonik dan mikrokontroler sehingga *pressure switch* dapat bekerja.

Sensor Ultrasonik



Gambar 11. Sinyal dan unit sensor ultrasonik

Sensor ini pemberi sinyal masukan yang akan diproses lebih lanjut oleh bagian *controller*. Memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut.

Mikrokontroler ATMEGA 8535



Gambar 12. IC mikro ATMEGA 8535

Mikrokontroler ATMEGA 8535 yang digunakan pada *side bumper* adaptif ini untuk memantau jarak yang terintegrasi dengan sistem *linear actuator* pneumatik sehingga *side bumper* adaptif dapat naik dengan sendirinya ketika sensor ultrasonik tersebut mendeteksi jangkauan ketinggian tonjolan mencapai 100 mm bahkan lebih, setelah naik dan diasumsikan bahwa truk tidak berhenti saat berada pada posisi di permukaan yang sangat menonjol tersebut supaya setelah 15 detik *side bumper* adaptif dapat turun kembali setelah truk melaju melewati permukaan tanah yang sangat menonjol.

Relay



Gambar 13. Relay

Pada *relay* ini penghubung antara aki dan sistem elektrik mikrokontroler. Relay pada sistem *side bumper* adaptif ini kompatibel dan memang penggunaan *counter relay* ini selalu menggunakan sensor sebagai input untuk menghasilkan *output NO* dan *NC* yang diinginkan.

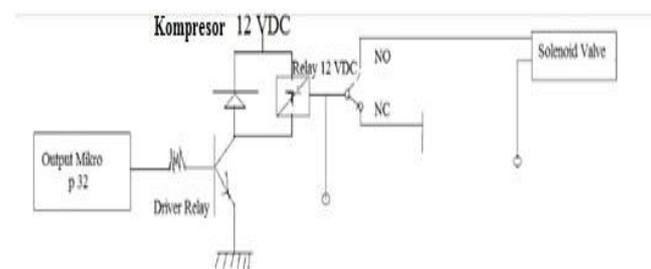
Solenoid



Gambar 14. Solenoid single coil

Solenoid merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam *fluidics*. Tugas dari *solenoid valve* untuk mematikan, *release*, *dose*, *distribute* atau *mix fluids*. *Solenoid valve* yang digunakan pada *side bumper* adaptif ini yaitu *solenoid valve single coil*, pengoperasian menggunakan sistem listrik pada *side bumper* adaptif.

Rancangan Komponen Sistem Kelistrikan

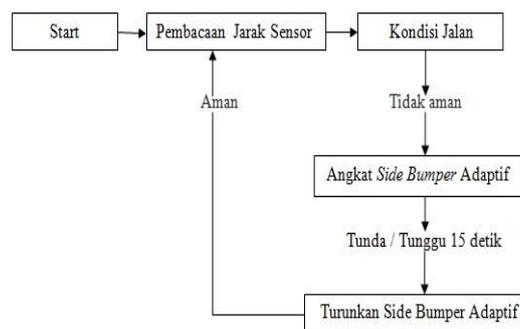


Gambar 15 Sistem Kelistrikan *side bumper* adaptif

Secara sederhana relay elektromekanis ini bekerja sebagai berikut :

- Menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Saat kompresor 12 V DC menerima tegangan aki dan dihidupkan maka solenoid bekerja sesuai katup *Normally Open (NO)*, dan *Normally Open (NO)*



Gambar 16. Diagram cara kerja sistem kontrol *side bumper* adaptif

Pada alat transportasi khususnya truk, Baterai atau aki ini untuk menyimpan energi listrik yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem kompresor DC yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat, yaitu gas atau udara. Tujuan meningkatkan tekanan dapat untuk mengalirkan atau kebutuhan proses dalam suatu sistem proses yang lebih besar dan udara bertekanan tersebut mengalir dan tersimpan di tangki udara sebelum digunakan dan setelah digunakan maka kompresor yang baik harus mengisi tangki penyimpan udara itu sebagaimana fungsinya. Kemudian peneliti dapat mengukur tekanan udara yang dihasilkan melalui *pressure regulator* yang terdapat pada sistem kompresor, alat tersebut menjadi komponen wajib di setiap sistem pneumatik. *Pressure regulator* merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur *supply* udara terkompresi masuk ke sistem pneumatik. Sedangkan *gauge* berfungsi sebagai penunjuk besar tekanan udara di dalam sistem. Kemudian dari tekanan udara yang telah ditentukan *side bumper* adaptif ini terdapat switch yang menghubungkan antara sensor ultrasonik dan aki.

Switch ini akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat saat katup tidak ditekan. Pada *relay* yang berfungsi untuk penghubung antara aki dan Sistem elektrik mikrokontroler. Sistem pada *side bumper* adaptif ini berfungsi untuk pemantau jarak yang terintegrasi dengan sistem Linear aktuator pneumatik sehingga *side bumper* adaptif dapat naik dengan sendirinya ketika sensor ultrasonik tersebut mendeteksi jangkauan ketinggian tonjolan mencapai 100 mm bahkan lebih, setelah naik dan diasumsikan bahwa truk tidak berhenti saat berada pada posisi di permukaan yang sangat menonjol tersebut supaya setelah 15 detik *side bumper* adaptif dapat turun kembali setelah truk melaju melewati permukaan tanah yang sangat menonjol tersebut pada keadaan semula yang berguna untuk mengurangi angka kecelakaan fatal .

Ketika itu katup listrik yang mempunyai koil DC sebagai penggerakannya sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari *supply* pada *solenoid valve* mempunyai *directional valve* sebelum aktuator berfungsi untuk mengatur kerja aktuator dengan cara mengatur arah udara terkompresi yang masuk atau keluar dari aktuator.

Saat sistem *linear actuator* pneumatik bekerja itulah *side bumper* adaptif ini bekerja. Dengan demikian sistem rancangan *side bumper* adaptif ini dan dapat bekerja sesuai apa yang diharapkan.

Maka untuk mengetahui waktu sensor *ultrasonik* pada truk mendeteksi gundukan hingga *side bumper* adaptif bergerak naik-turun yang dibutuhkan maka dihitung berdasarkan rumus :

$$t = \frac{s}{v} \quad (2.4)$$

Keterangan:

V = Kecepatan ($\frac{\text{km}}{\text{jam}}$)
diubah ke $1 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 0,27778 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

s = Jarak (m)

t = Waktu tempuh truk hingga *side bumper* adaptif bergerak naik-turun (s)

Tabel 1 Hasil Percobaan ke 1

Nomor	Waktu Naik (s)	Waktu Turun (s)
1.	1,80	0,76
2.	1,60	0,65
3.	1,85	0,93

Pada pengukuran hasil percobaan diatas dapat disebutkan bahwa cara pengukuran dalam tabel 3.1 diatas menggunakan *stopwatch* dan sistem *side bumper* adaptif siap difungsikan dan ketika *pressure* yang telah ditentukan yakni menggunakan *Pressure (P) = 2,5* bar dengan beban 9 kg dengan panjang langkah *linear actuator* 30 cm diubah ke 0,3 m dan jarak sensor: 100 cm.

Tabel 2 Hasil Percobaan ke 2

Nomor	Waktu Naik (s)	Waktu Turun (s)
1.	1,34	0,68
2.	1,01	0,71
3.	1,06	0,59

Pada pengukuran hasil percobaan diatas dapat disebutkan bahwa cara pengukuran dalam tabel 3.2 diatas menggunakan *stopwatch* dan sistem *side bumper adaptif* yang telah di *set* dan sudah siap untuk difungsikan. Ketika *pressure* yang telah ditentukan menggunakan *Pressure (P) = 3* bar dengan beban 9 kg dengan panjang langkah *Linear Actuator* 30 cm diubah ke 0,3 m dan jarak sensor : 90 cm.

Tabel 3 Hasil Percobaan ke 3

Nomor	Waktu Naik (s)	Waktu Turun (s)
1.	0,83	0,93
2.	0,88	0,62
3.	0,86	0,62

Pada pengukuran hasil percobaan diatas dapat disebutkan bahwa cara pengukuran dalam tabel 3.3 diatas menggunakan *stopwatch* dan sistem *side bumper adaptif* yang telah di *set* sudah siap untuk difungsikan. Ketika *pressure* yang telah ditentukan menggunakan *Pressure (P) = 3,5* bar dengan beban 9 kg dengan panjang langkah *linear actuator* 30 cm diubah ke 0,3 m dan jarak sensor : 80 cm.

4. Kesimpulan

Dalam hal tersebut untuk menciptakan rasa keselamatan pada pengendara sepeda motor agar menghindari seseorang dapat masuk ke dalam kolong truk dan memperbaiki model *side bumper* dari konvensional ke sistem adaptif maka dirancanglah *side bumper* Adaptif ini sebagai standar yang layak digunakan sebagai pengaman utama kolong truk sebagaimana yang telah diharapkan.

5. Daftar Pustaka

- SMC (2015). *Handbook* Pneumatics: for Industrial Automation. Surabaya Abadi, SP.