

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN FOOTSTEP OTOMATIS UNTUK MOBIL JEEP

Indra Sugiharto¹⁾, Joni Dewanto²⁾, Yopi Yusuf Tanoto³⁾

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

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

Phone: +62-31-8439040, Fax: +62-31-8417658^{1,2)}

E-mail : m24412046@john.petra.ac.id¹⁾, jdewanto@petra.ac.id²⁾, yopi.tanoto@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Footstep standart pada umumnya digunakan untuk membantu penumpang masuk kedalam kabin mobil. Footstep standart memiliki kelemahan yaitu dapat membuat mobil menjadi lebih melebar dan membuat footstep ini rawan rusak dikarenakan mudah tertabrak dengan trotoar dan separator busway. Maka dari itu dibuat footstep otomatis untuk mengatasi hal tersebut.

Footstep otomatis memiliki prinsip kerja tertekuk dan terbuka. Tertekuk ketika pintu mobil tertutup dan footstep terbuka ketika pintu mobil terbuka. Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan footstep ini sebesar 1,3 Nm. Maka dari itu penggerak dari footstep otomatis ini menggunakan motor DC 12v milik power window dengan torsi sebesar 2,9 Nm. Kecepatan buka tutup footstep ini selama 3 detik. Komponen daripada footstep ini menggunakan berbagai macam dari material yaitu ASTM A36 stainless steel untuk poros dan ASTM A48 iron untuk plat. Desain dari footstep otomatis ini dirancang menyesuaikan dari ruang sisa pada side bumper mobil dan selera desain menggunakan software solidwork. Footstep ini dapat menahan beban hingga 120kg.

Hasil dari perancangan ini didapat footstep otomatis sebagai pengganti footstep standart pada umumnya. Footstep otomatis yang dapat membantu penumpang naik kedalam mobil tanpa merusak nilai desain suatu mobil dan memaksimalkan ground clearance pada mobil.

Kata Kunci: Footstep, Mechanism, Torque motor, Teknik Mesin.

1. Pendahuluan

Dalam dunia otomotif saat ini setiap mobil umum yang memiliki ketinggian yang cukup tinggi yaitu sama atau lebih dari 50cm dari permukaan tanah ke pijakan kabin membutuhkan adanya *footstep* untuk membantu penumpang untuk naik kedalam kabin mobil. Adanya *footstep* mempermudah penumpang untuk masuk kedalam kabin khususnya kepada penumpang yang memiliki tinggi dibawah 160cm meliputi anak anak dan manula. Akan tetapi dengan penambahan *footstep* membuat mobil menjadi kurang rapi dan rentan mengalami kerusakan.

Didasari oleh permasalahan yang ada maka dibuatlah desain dan pembuatan model *footstep* otomatis dengan mengurangi *ground clearance* ketika *footstep* membuka sehingga bisa dinaiki dengan mudah dan tidak mengurangi *ground clearance* mobil secara keseluruhan ketika *footstep* menutup.

Bentuk *footstep* yang ada dipasaran untuk mobil pribadi dapat tergantikan oleh model *footstep* otomatis ini. Karena *footstep* otomatis tetap dapat melindungi bodi bagian kiri kanan mobil tanpa mengurangi nilai estetikanya dan justru dapat mempercantik mobil.

Footstep pada mobil yang berfungsi sebagai membantu penumpang agar mudah masuk ke kabin mobil. *Footstep* standard sendiri berkembang semenjak adanya kendaraan yang memiliki jarak antara permukaan

tanah dengan permukaan *footstep* yang tinggi. Sehingga diperlukan sebuah pijakan tambahan agar penumpang tidak kesulitan naik ke dalam kabin mobil. *Footstep* sendiri pada awalnya hanya sebagai variasi pemanis sebuah kendaraan, tapi seiring berjalannya waktu fungsi *footstep* menjadi lebih dominan.

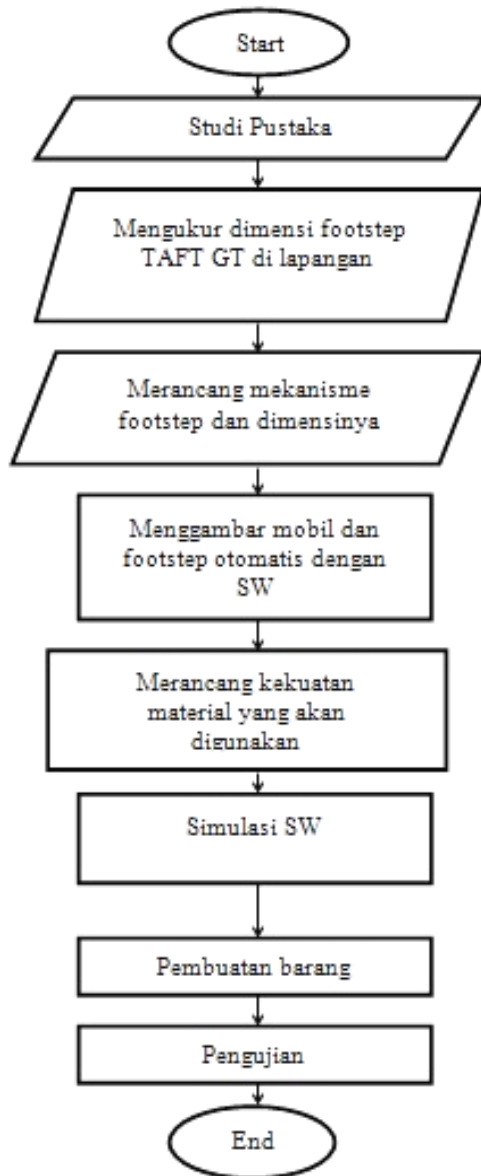
Adapun macam-macam jenis papan *footstep* standard pada umumnya yaitu *footstep* dengan bentuk papan pipa, flat maupun mini flat. Motor yang akan digunakan adalah motor dc sesuai dengan kelistrikan yang ada pada mobil. Motor dc ada berbagai macam jenis yaitu motor dc sumber daya sendiri, motor dc sumber daya terpisah, motor dc daya sendiri dan motor dc kompon. Engsel terdapat berbagai macam. Yaitu engsel butt, engsel sendok, engsel piano dan engsel bubut.

Ukuran yang telah diukur sebagai penempatan *footstep* meliputi ukuran panjang arm sebesar 1100 mm, *ground clearance* side bumper sebesar 400 mm, *ground clearance* arm sebesar 300 mm, dan jarak arm ke side bumper 280mm dan 185 mm.

2. Metode Penelitian

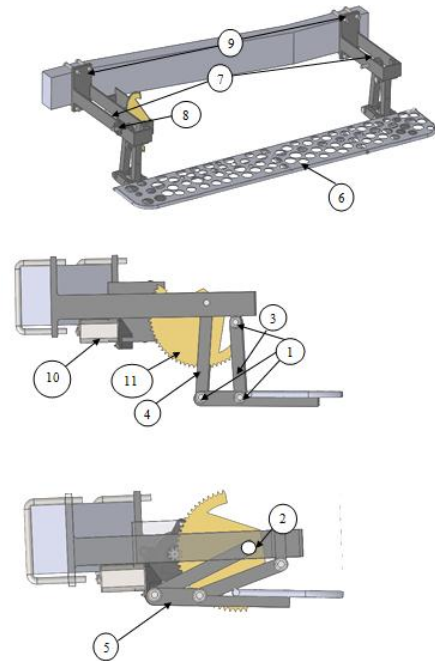
Pada bab ini diperlukan untuk menganalisa tahapan yang akan dilakukan dalam membuat *footstep* otomatis. Berikut *flowchart* proses pengerjaan alat sehingga dapat terjadi sebuah alat :

Flowchart Metode Penelitian



Alur pengerjaan dimulai dari studi pustaka, yaitu proses mencari referensi data yang membantu untuk menyelesaikan perancangan *footstep* otomatis ini. Selanjutnya mengukur dimensi *footstep* taft gt standard dilapangan untuk mendapatkan data awal perancangan. Setelah mengukur dimensi telah selesai melanjutkan untuk merancang mekanisme *footstep* dan dimensinya. Setelah selesai dilanjutkan dengan menggambar mobil dan *footstep* otomatis ini dengan SW agar mendapatkan gambaran secara jelas. Setelah itu merancang kekuatan material yang akan digunakan agar material yang digunakan kuat dalam menahan beban. Setelah itu dilanjutkan dengan simulasi SW untuk menguji benda dengan perhitungan yang lebih tepat. Langkah terakhir pembuatan barang dan pengujian.

3. Perancangan Alat Pemilihan Mekanisme Footstep



Gambar 1. Footstep Otomatis

Keterangan:

1. AS Engsel
2. AS penggerak
3. Lengan penopang papan footstep
4. Lengan penggerak
5. Holder Papan footstep
6. Papan footstep
7. Sambungan braket arm
8. U-Bolt
9. Pegas spiral
10. Motor
11. Gigi busur

Footstep ini dirancang agar dapat terbuka dan tertutup secara otomatis dengan pemicunya adalah saklar pintu. Mekanisme *footstep* ini bertumpu pada lengan penopang dan lengan penggerak. *Footstep* ini dapat membantu penumpang untuk masuk kedalam mobil tanpa membuat *footstep* menabrak pada *separator busway* maupun trotoar ketika mobil berjalan dan melindungi side bumper mobil dari tabrakan.

Prinsip kerja alat ini adalah *footstep* yang dipijak dapat terlipat dan tersembunyi di dalam *side bumper* mobil. Motor DC berfungsi sebagai penggerak *footstep* ini agar dapat membuka dan menutup sesuai kegunaannya. Dimana motor DC meneruskan gaya ke *arc gear* (gigi busur) dan gigi busur meneruskan gaya ke lengan penggerak, sehingga papan *footstep* dapat bergerak sesuai keinginan dan kemampuan fungsional.

Perencanaan Lengan Penopang Papan

Angka yang ditemukan adalah 0.02757 mm , defleksi yang terjadi terlalu kecil sehingga lengan ini aman. Jadi lengan penopang papan ini akan menggunakan plat balok dengan dimensi

126x30mmx30mm dengan bentuk rectangular hollow tebal plat 2mm dengan bahan material yang digunakan adalah *iron* ASTM a48.

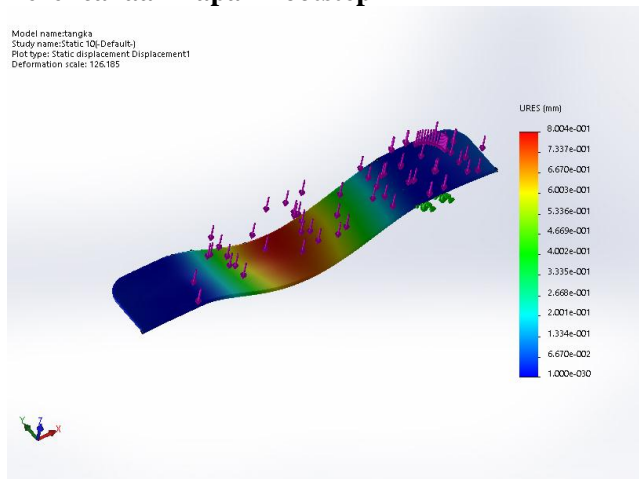
Perencanaan Lengan Penggerak

Angka yang ditemukan adalah 0,0231 mm. angka defleksi yang ditemukan sangat kecil sehingga dapat disimpulkan lengan ini aman. Jadi bahan yang akan digunakan untuk lengan penggerak ini adalah *iron* astm a48 dengan dimensi 160mm x 30mm x 30mm dan bentuk besi plat rectangular hollow dengan tebal plat 2mm.

Perencanaan Holder Footstep

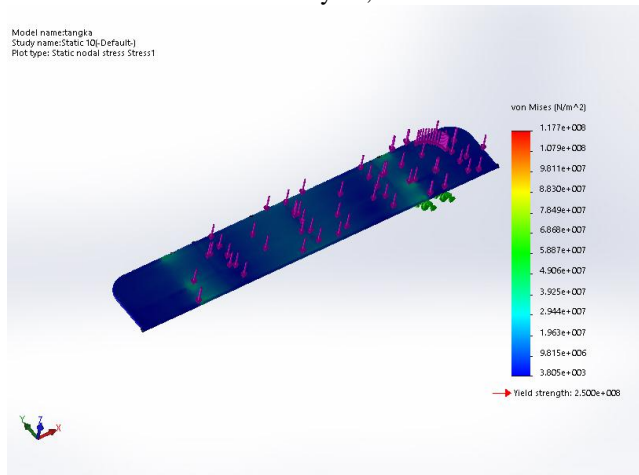
pada holder *footstep* ini defleksi yang terjadi adalah 0.128 mm. defleksi yang terjadi sangat kecil sehingga holder *footstep* ini aman berdasarkan perhitungan yang ada. Jadi Holder papan *footstep* ini akan menggunakan bahan *iron* astm a37 dengan dimensi panjang total 195mm dan lebar disesuaikan dengan desain yang telah dibuat. Bentuk dari holder *footstep* ini adalah rectangular hollow dengan tebal plat 2mm.

Perencanaan Papan Footstep



Gambar 2. Defleksi Footstep

Defleksi yang terjadi sangat kecil. Pada gambar dinotasikan warna merah hanya 0,8 mm.



Gambar 3. Stress Footstep

Stress yang terjadi 49Mpa sampai 58Mpa. Stress yang diijinkan material 250 Mpa.

perencanaannya ialah menggunakan rangka dengan desain ini dengan bahan yang digunakan adalah astm a36. Diameter dari rangka sebesar 10mm, dengan bentuk pejal circular dan dilapisi oleh *plat iron* setebal 2mm.

Perencanaan Baut Papan Footstep dan Mur

Baut dan mur diperlukan untuk mengunci komponen dengan komponen lain. Pada system *footstep* ini. Baut digunakan untuk mengunci papan *footstep* dengan holder *footstep* dan untuk mengunci bagian – bagian lain yang membutuhkan penguncian. Material baut menggunakan *stainless steel*. Panjang baut dan diameter baut disesuaikan

Perencanaan Sambungan Braket Arm

Baut dan mur diperlukan untuk mengunci komponen dengan komponen lain. Pada system *footstep* saya. Baut digunakan untuk mengunci papan *footstep* dengan holder *footstep* dan untuk mengunci bagian – bagian lain yang membutuhkan penguncian. Material baut menggunakan *stainless steel*. Panjang baut dan diameter baut disesuaikan

Perencanaan U-Bolt

Material yang digunakan mampu untuk menahan tegangan geser yang terjadi pada u-bolt tersebut yaitu sebesar 70 Mpa berbanding 105 Mpa pada safety factor material. Jadi U-Bolt ini dirancang dengan bentuk pejal circular dengan bahan material steel ASTM-A242 dengan dimensi yang disesuaikan dengan panjang arm pada taft gt F70.

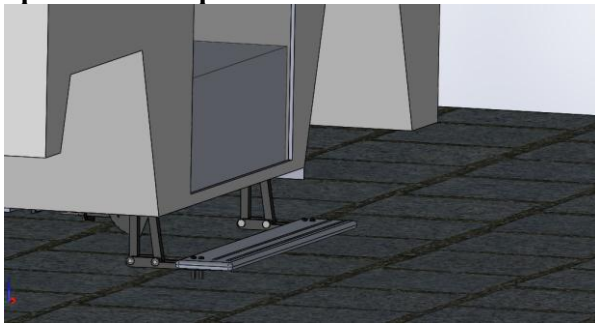
Perencanaan Pegas Spiral

Pegas yang berbentuk mirip dengan obat nyamuk ini berfungsi untuk meringankan kerja motor dc dan menahan *footstep* ketika terbuka maupun menutup tetap pada posisinya. Karena kebutuhan tersebut pegas ini diletakan pada as penggerak dan menyambung pada tambahan as berbentuk baut disebelah pegas. Karena desain yang sedimikian rupa, dipilih spring yang sesuai adalah spiral spring.

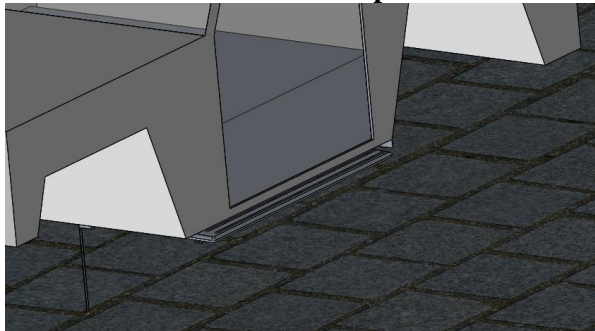
Perencanaan Bushing

Bushing digunakan untuk mengganjal lengan penggerak dan lengan penopang pada poros agar tegak kukuh tidak timpang. *Bushing* yang akan digunakan menggunakan bahan besi dan direncanakan sesuai kebutuhan perancangan pada desain *footstep* otomatis

Aplikasi desain pada mobil

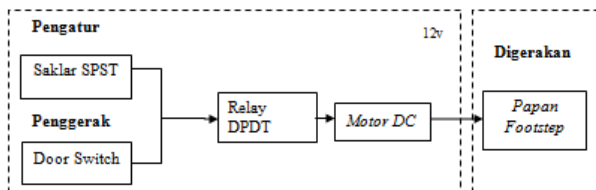


Gambar 4. Footstep Buka



Gambar 5. Footstep Tutup

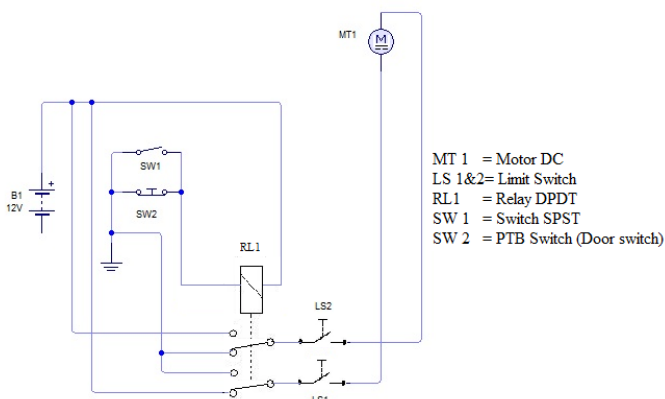
Sistem kontrol pengatur dan penggerak otomatis



Gambar 6. Sistem Penggerak

Footstep otomatis ini dirancang menggunakan dua komponen pengatur dan penggerak sebagai penggerak footstep otomatis.

Sistem Kelistrikan



Gambar 7. Kelistrikan Footstep Otomatis

Pada kondisi awal (pintu dalam kondisi terbuka) massa dari aki mobil melewati saklar pintu / push to break (SW2) tersambung ke relay 1, yang kutub lainnya dari relay sudah teraliri tegangan Positive. Sehingga

keluaran dari relay DPDT 1 (RL1) bertegangan positif – negative dari aki (B1). Tegangan positive – negative ini menyebabkan motor (MT1) berputar searah jarum jam (clockwise) sehingga akan mendorong footstep keluar dari kolong side bumper mobil. Pada saat footstep keluar dari side bumper mobil. Adanya saklar limit / Limit Switch (LS2) yang tertekan karena mekanisme tekuk sehingga motor selesai bekerja.

Pada saat kondisi penumpang sudah naik kedalam kabin, dan pintu ditutup (pintu dalam kondisi tertutup) massa dari aki mobil terputus di SW2. Sehingga keluaran dari relay 1 bertegangan negative – positive yang tegangannya bersumber dari aki. Tegangan negative positive menyebabkan motor (MT1) berputar berlawanan jarum jam (Counter clockwise) sehingga akan kembali menarik footstep masuk ke kolong side bumper mobil. Pada saat papan footstep masuk ke kolong side bumper mobil, adanya saklar limit (LS1) yang menyebabkan tegangan terputus sehingga motor selesai bekerja.

Pada saat ingin menggunakan papan footstep, misalnya untuk mencuci mobil maupun melakukan hal lain yang mengharuskan menggunakan papan footstep ini, dapat menekan saklar single pole single throw (SPST) (SW1) untuk melakukan bypass tegangan massa yang berasal dari aki ke relay 1. Setelah relay 1 mendapatkan massa maka footstep akan keluar dari side bumper, Sehingga saklar pintu (SW2) tidak berpengaruh apapun terhadap rangkaian maka footstep akan tetap keluar meskipun pintu mobil ditutup.

Perencanaan Saklar Pintu

Saklar pintu pada umumnya berfungsi sebagai pemicu untuk membuka dan penutup lampu kabin. Saklar pintu dari masing-masing mobil umumnya sama hanya bentuk / desainnya saja yang berbeda. Jadi sistem ini akan menggunakan saklar yang sudah ada pada kendaraan taft gt f70.

Perencanaan Saklar SPST (Single Pole Single Throw)

Saklar SPST adalah saklar yang bertugas untuk menyambung rangkaian ketika ditekan tombolnya. Saklar ini terdiri dari banyak macam dan bentuk. Jadi perencanaannya adalah menggunakan 1 buah saklar ini dengan bentuk sesuai selera.

Perencanaan Saklar Limit

Saklar ini akan membuka sirkuit bila diberi tekanan dan akan kembali tersambung lagi apabila tekanan dilepaskan. Saklar ini digunakan untuk membuka sirkuit agar motor tidak terus bekerja ketika tidak dibutuhkan. Saklar ini akan ditempatkan dititik dimana footstep berada pada titik terendah ketika keluar maupun masuk. Dimana saklar limit ini direncanakan akan digunakan sebanyak 2 buah.

Perencanaan Relay DPDT

Relay digunakan untuk mengamankan saklar agar tidak konslet. Relay yang akan digunakan adalah relay DPDT. Relay DPDT ini digunakan untuk membalik fasa

motor agar motor dapat bergerak searah jarum jam (*clockwise*) maupun berlawanan jarum jam (*counter clockwise*). Dikarenakan tegangan pada kelistrikan mobil adalah 12v. Jadi sistem akan menggunakan relay 12v 6 pin.

Perencanaan Motor

Torsi poros motor yang diperlukan sebesar 1,3 Nm. Dipilih Motor yang akan digunakan adalah motor power window DC yang memiliki *torque* 2.9 Nm agar mampu kuat mengangkat beban sebesar 1.3 Nm.

Waktu yang dibutuhkan motor kepada papan *footstep* dari membuka ke menutup dan menutup ke membuka ialah 1,7 detik. Jadi dengan ini akan direncanakan motor dengan torque 2.9 Nm sebagai penggerak sistem *footstep* otomatis dengan waktu buka tutup papan *footstep* 1,7 detik.

Perencanaan Gigi Busur

Menggunakan gigi busur untuk meneruskan gaya ke lengan penggerak. karena gigi ini memiliki jarak antar gigi dan keliling gigi padu dengan poros motor DC dan komponen ini mudah didapatkan dipasaran tanpa harus memesan spur gear sehingga lebih ekonomis. Gigi busur ini memiliki 29 buah jumlah gigi. angka perbandingan gigi ratio sebesar 3.625 atau 3.625:1

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Pengujian

Nama Pengujian	Hasil Pengukuran
Operasional Footstep Otomatis	Lancar
Kekuatan Papan Footstep	118Kg
Ground Clearance Footstep Tutup	210 mm
Ground Clearance Footstep Buka	140 mm
Lama Waktu Footstep Buka	1,5 detik
Lama Waktu Footstep Tutup	1,8 detik

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa operasional dari *footstep* otomatis ini berjalan dengan lancar. *Footstep* dapat bergerak menutup dan terbuka dengan baik. Kekuatan papan *footstep* telah diuji dengan diberi beban sebesar 118Kg tidak ada perubahan atau defleksi pada papan *footstep*. *Ground clearance* pada saat *footstep* tutup sebesar 210mm dan *ground clearance* ketika *footstep* terbuka sebesar 140mm sesuai dengan rencana desain yang telah direncanakan sebelumnya.

Waktu yang diperlukan *footstep* untuk membuka selama 1,5 detik dan waktu yang diperlukan *footstep* untuk tutup selama 1,8 detik, hal ini sesuai dengan rancangan buka tutup papan *footstep* selama 1,7 detik. Adapun perbedaan sedikit waktu direncanakan dengan pengujian dilapangan dikarenakan ketika *footstep* terbuka, beban yang ditanggung motor mendapat percepatan dikarenakan adanya gaya gravitasi. Ketika *footstep* tertutup beban yang diangkat motor melawan arah gravitasi sehingga terjadi perlambatan.

5. Kesimpulan

Mobil dengan *ground clearance* yang tinggi membuat penumpang kesulitan untuk masuk kedalam kabin sebagai contoh mobil jeep. Maka dari itu dibuatlah suatu papan *footstep* yang membantu penumpang agar mudah masuk kedalam kabin. Pada *footstep* standard seringkali membuat mobil menjadi lebih lebar pada bagian side bumpernya sehingga rentan tertabrak dengan trotoar maupun *separator busway*. Mobil dengan *footstep* standard dapat membuat tampilan mobil menjadi sedikit tereduksi ataupun kurang manis menurut selera penulis.

Agar dapat memenuhi masalah tersebut, *footstep* dirancang otomatis. Dapat tertutup dan sbunyi kedalam side bumper ketika pintu tertutup dan dapat terbuka dan keluar dari *side bumper* ketika pintu terbuka. *Footstep* yang dapat tertutup dan terbuka secara otomatis ini dapat membantu penumpang untuk naik kedalam mobil tanpa mengurangi estetika desain mobil.

Footstep otomatis ini dirancang menggunakan penggerak motor dc dikarenakan kelistrikan pada mobil adalah dc dan *footstep* ini berbahan dasar iron astm 36. Dipilih bahan iron *astm* 36 ini karena secara harga relative lebih ekonomis. Kemampuan *footstep* otomatis ini sudah diuji menggunakan simulasi dan perhitungan yang ada sehingga didapat data bahwa *footstep* otomatis ini dapat menahan beban hingga 120kg.

6. Daftar Pustaka

- Brito, F. P., Martins, J., ANTUNE, J., & GONCALVES, . L. (2011). *Thermoelectric Exhaust Energy Recovery with Temperature Control*. Retrieved March 29, 2016, from https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/15737/1/2011-01-0315_final.pdf
- Beer, Ferdinand Jr., E. Johnston, Russell., DeWolf, John., Mazurek, David., (1981). *Mechanics of Materials* (6th Ed.). McGraw-Hill Education
- Sato, Takeshi., Harianto, Sugiharto., (2003). *Menggambar Mesin Menurut Standar Iso*. Malang : Balai Pustaka
- Mott, Robert.L., (2004). *Machine Elements in Mechanical Design* (4th ed.). New Jersey : Upper Saddle River.
- Hibbeler, R.C., (2016). *Engineering Mechanics Statics and Dynamics* (14th ed.). New Jersey: Hoboken.