

PERANCANGAN REM PARKIR ELEKTRIK PADA TOYOTA RUSH

Hans Putra Hartono¹⁾ Joni Dewanto²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658

E-mail : hans.putra.hartono@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Rem parkir adalah sebuah sistem yang terdapat pada mobil yang guna mempertahankan posisi kendaraan agar tetap diam saat diparkir. Umumnya rem parkir digerakan menggunakan tuas tangan. Tidak jarang dijumpai kejadian dimana rem parkir tidak dilepas walaupun kendaraan telah berjalan, kasus ini terjadi terutama pada kendaraan bertransmisi otomatis. Selain masalah tersebut terjadi pula beberapa kasus dimana pengemudi meninggalkan kendaraan dengan posisi rem parkir yang tidak sepenuhnya tertarik sehingga kendaraan dapat bergerak pada saat pengemudi telah meninggalkan kendaraan, yang mana dapat menyebabkan kecelakaan. Perancangan ini dimaksudkan untuk menghindari kasus-kasus serupa dengan menggunakan rem parkir elektrik, dimana sistem yang umumnya difungsikan menggunakan tuas yang ditarik tangan akan digantikan oleh motor listrik yang dikontrol oleh unit kendali dan diaktifkan melalui tombol. Dengan menggunakan motor listrik dan unit kendali yang telah diperhitungkan kekuatannya dan diprogram, rem parkir yang lupa dilepas akan terlepas secara otomatis dan rem parkir akan selalu tertarik dengan sempurna sehingga tidak ada lagi kendaraan yang bergerak tanpa sengaja akibat penarikan tuas rem parkir yang kurang sempurna. Motor listrik yang paling optimal untuk tugas ini adalah linear aktuator dimana motor ini memiliki gaya tarik dan kapasitas beban statis yang besar. Sehingga rem tetap dapat menahan beban walaupun motor telah berhenti dialiri listrik.

Kata Kunci :

Mobil, rem parkir elektrik, linear aktuator

1. Pendahuluan

Teknologi dalam dunia otomotif tidak pernah berhenti menciptakan hal-hal baru. Inovasi- inovasi tersebut selalu diciptakan agar membuat kendaraan-kendaraan menjadi lebih baik, baik di sisi performa, baik di sisi lingkungan, baik di sisi ekonomis, baik di sisi kenyamanan dan keamanan, serta baik di sisi kemudahan. Hal-hal tersebut telah menciptakan kendaraan sekarang jauh lebih cepat, hemat, ramah lingkungan, nyaman aman, dan mudah digunakan.

Inovasi-inovasi di sisi kemudahan adalah yang tidak terlalu populer walaupun sebenarnya inovasi-inovasi tersebut juga sangat bermanfaat, seperti yang sederhana adalah *power steer*, tanpa *power steer* kita akan kesulitan memutar roda pengendali mobil karena tidak ada tenaga yang membantu putaran setir kita, bahkan dengan pengembangan sekarang *power steer* juga meningkatkan keamanan berkendara pada kecepatan tinggi.

Teknologi yang saya akan tulis ini adalah mengenai teknologi di sistem rem yang akan mempermudah pengendara dalam berkendara. Teknologi ini adalah rem parkir elektrik (RPE) atau yang juga umum disebut *Electric Park Brake* (EPB). Rem parkir elektrik terdapat dua jenis mekanisme yaitu mekanisme penarik kabel dan mekanisme kaliper terintegrasi, Motor Industry Magazine [1].

Sistem rem parkir elektrik ini semakin populer di mobil-

mobil yang dijual di Eropa dan Amerika, diawali dari peggaplikasiannya di BMW seri 7 pada 2002, teknologi ini sekarang telah dipakai oleh banyak produsen kendaraan walaupun hanya diaplikasikan pada model dan negara tertentu saja. Di Indonesia yang paling mudah dijumpai adalah pada Chevrolet Captiva Face Lift dan Honda HRV.

Sistem rem parkir elektronik lebih diunggulkan dari pada konvensional karena pengeremannya dilakukan oleh modul pengontrol dan terdapat fungsi tambahan dibandingkan dengan rem parkir konvensional yang penggunaannya mengandalkan tuas tangan yang dioperasikan oleh pengemudi, Brembo Electronic Parking Brake[2]. Penggunaan sistem ini menghindari tarikan yang kurang yang dapat menyebabkan kendaraan tidak terrem dengan baik.

Mekanisme yang akan saya implementasikan pada Toyota Rush transmisi otomatis adalah mekanisme penarik kabel, pada mekanisme penarik kabel penggunaan tuas digantikan dengan sistem elektrik. Kelebihan sistem penarikan kabel adalah sistem ini dapat diaplikasikan pada semua mobil konvensional yang menggunakan kabel, dimana sistem kaliper terintegrasi memerlukan perubahan pada bagian kaliper sehingga lebih sulit melakukan konversinya dari kendaraan dengan rem parkir konvensional.

Tujuan Perancangan

1. Mengubah sistem rem parkir tuas tangan menjadi

elektrik pada Toyota Rush.

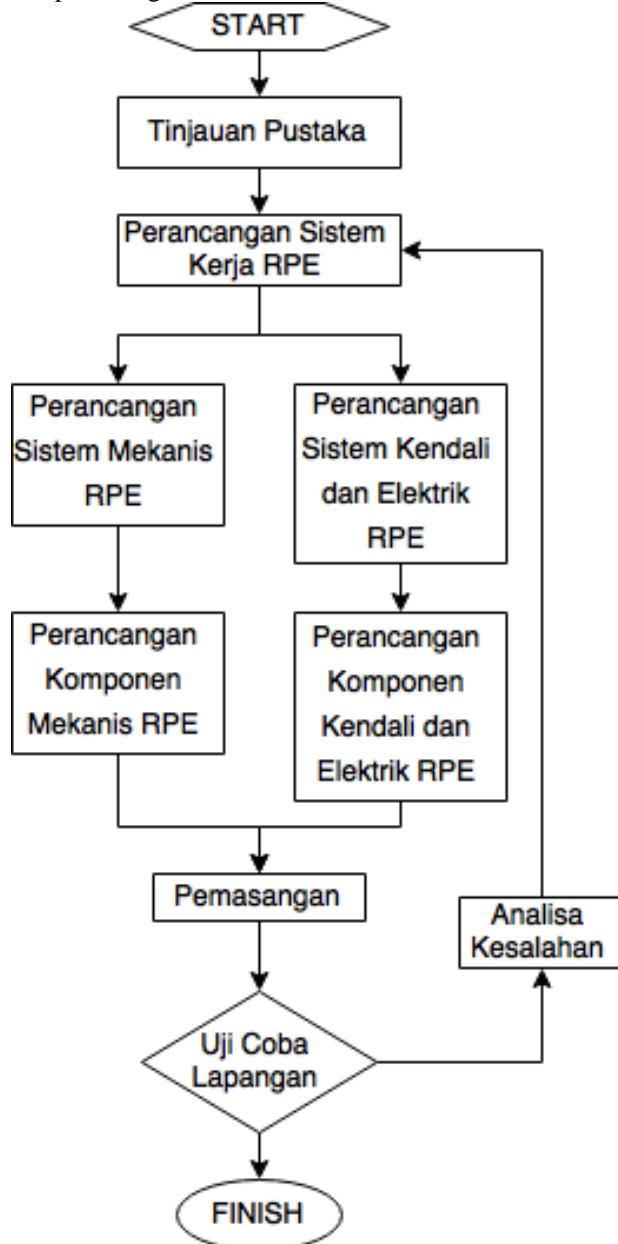
2. Menghindari bekerjanya rem parkir pada saat kendaraan sedang berjalan.

Manfaat Perancangan

1. Memudahkan pengemudi dimana pengemudi tidak perlu melepas rem parkir pada saat akan menjalankan kendaraan.
2. Memperpanjang usia pakai kampas rem parkir.

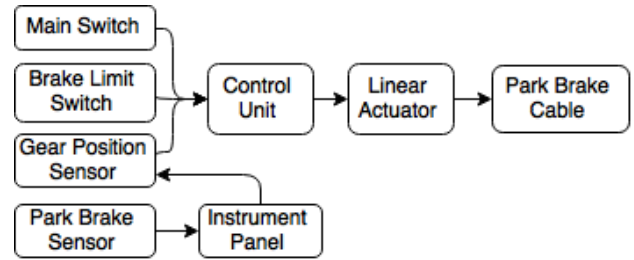
2. Metode Perancangan

Dalam menyusun Tugas Akhir ini dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :



Gambar 1 Diagram alir perancangan RPE

Toyota Rush memiliki sistem rem parkir dengan tuas tangan yang menggunakan sistem rem tromol sehingga jenis rem parkir elektrik yang dipilih adalah rem parkir elektrik penarik kabel. Perancangan sistem rem parkir elektrik penarik kabel terbagi menjadi dua bagian utama yaitu sistem mekanis dan sistem kendali dan elektrik.



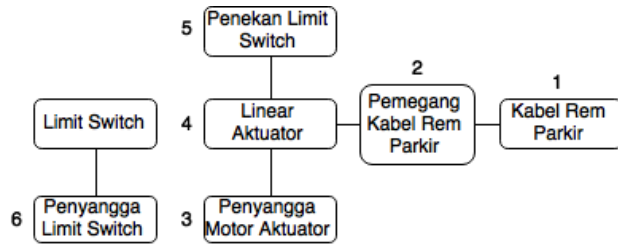
Gambar 2 Perancangan sistem kerja rem parkir elektrik penarik kabel

A. Perancangan Sistem Mekanis

Dalam sistem mekanis rem parkir penarik kabel terdapat 6 komponen utama yaitu

1. *Park brake cable* adalah kabel yang menghubungkan tuas rem parkir dengan mekanisme rem parkir pada roda belakang, sistem ini tidak memerlukan perubahan pada kabel rem parkir yang telah ada. Mekanisme pada rem roda belakang juga tidak diperlukan perubahan.
2. Pemegang kabel rem parkir adalah komponen yang berfungsi untuk menghubungkan antara kabel rem parkir dengan linear actuator.
3. Penyangga motor adalah komponen yang berfungsi menahan *linear actuator* agar tetap pada posisinya juga berfungsi menghubungkan *linear actuator* dengan badan kendaraan.
4. *Linear actuator* penarik adalah sumber daya penarik kabel pada sistem rem elektrik. Spesifikasi umum motor adalah kecepatan rotasi, torsi, sumber daya listrik (listrik ac/dc), besar arus maksimum, dimensi motor, dll. Pada sistem ini motor diperlukan untuk menarik kabel rem parkir selain itu motor juga wajib untuk mampu menahan beban statis kabel rem parkir disaat motor telah berhenti disuplai listrik.
5. Penekan *limit switch* adalah komponen tambahan yang berfungsi untuk menekan *limit switch* yang posisinya tidak memungkinkan untuk tertekan sehingga penambahan komponen ini diperlukan dan komponen diletakan pada *linear actuator*.
6. Penyangga *limit switch* adalah komponen yang berfungsi untuk menahan *limit switch* pada posisinya juga sekaligus berfungsi dalam pengatur letak *limit switch*.

3. Hasil dan Pembahasan

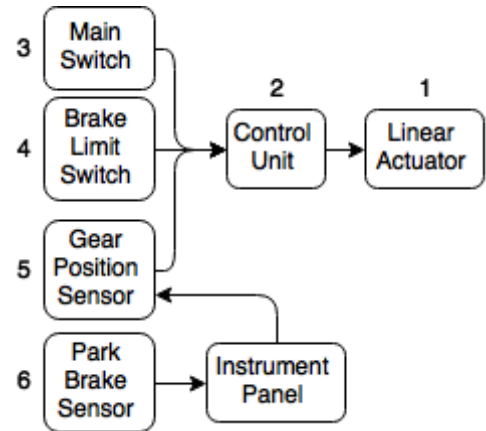


Gambar 3 Perancangan sistem mekanis rem parkir elektrik

B. Perancangan Sistem Kendali Dan Elektrik

Dalam sistem mekanis rem parkir penarik kabel terdapat 6 komponen utama yaitu

1. *Linear actuator*
2. *Control unit* adalah sumber logika dari sistem yang akan dipasang dimana semua masukan dari sensor-sensor dan *switch* akan diolah *control unit* yang dimana *control unit* akan mengolahnya dan memberikan keluaran dalam hal ini keluaran ke motor. *Control unit* dapat berupa IC, PLC, *microcontroller*, dan berbagai bentuk *controller* lainnya
3. *Main switch* adalah pusat interaksi utama pengemudi untuk mengendalikan rem parkir secara manual yakni untuk mengaktifkan maupun menon-aktifkan rem parkir
4. *Brake limit switch* adalah komponen yang berfungsi membaca kondisi bilamana *linear actuator* telah bergerak pada titik tertentu yang telah ditentukan. Terdapat 2 buah yang terletap pada 2 posisi berbeda untuk membaca batas atas dan batas bawah dimana kabel rem parkir telah tertarik maupun telah terlepas.
5. *Gear position sensor* adalah komponen yang berfungsi untuk memberi masukan pada *controller* dimana posisi gigi gearboks sekarang ini (P,R,N, ataupun D)
6. *Park brake sensor* adalah sensor yang berfungsi untuk mengetahui apakah rem parkir sedang aktif ataupun tidak, informasi ini akan digunakan oleh *controller* maupun untuk lampu pada *instrument panel*.



Gambar 4 Perancangan sistem kendali dan elektrik rem parkir elektrik

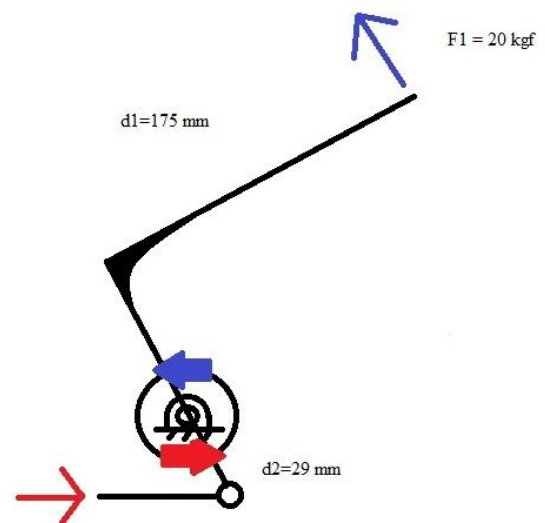
C. Perancangan Komponen Mekanis

1. *Park brake cable*

Dikarenakan tidak ada perubahan yang dilakukan pada kabel rem parkir maka tidak perlu melakukan modifikasi apapun pada komponen ini

2. *Linear actuator*

Perhitungan kekuatan motor didasarkan pada keperluan gaya tarik kabel rem parkir standard.



Gambar 5 Tuas rem parkir Toyota Rush

Dari Gambar 5 diatas dapat dihitung bahwa perbandingan panjang lengan 175:29, lalu berdasarkan panduan penyetelan tuas rem tangan memerlukan gaya 20 kgf sehingga perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut

$$\Sigma \tau = 0 \quad (1)$$

$$\tau_1 + \tau_2 = 0 \quad (2)$$

$$F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 = 0$$

$$20 \cdot 175 + F_2 \cdot 29 = 0$$

$$3500 + 29F^2 = 0$$

$$29F^2 = -3500$$

$$F^2 = -120,7 \text{ kgf}$$

Gaya tarik yang diperlukan motor adalah 120 kgf

Motor dengan gerakan linear dan memiliki gaya beban statis yang tinggi adalah jenis *actuator linear*, dengan perhitungan diatas motor penarik dibeli dengan spesifikasi: daya tarik 330lb atau sekitar 150 kgf, gaya statis maksimum 150 kg, kecepatan 5.7mm/s, voltase 12v dc, arus maksimum 3 ampere, dan panjang ayun 2 inch.

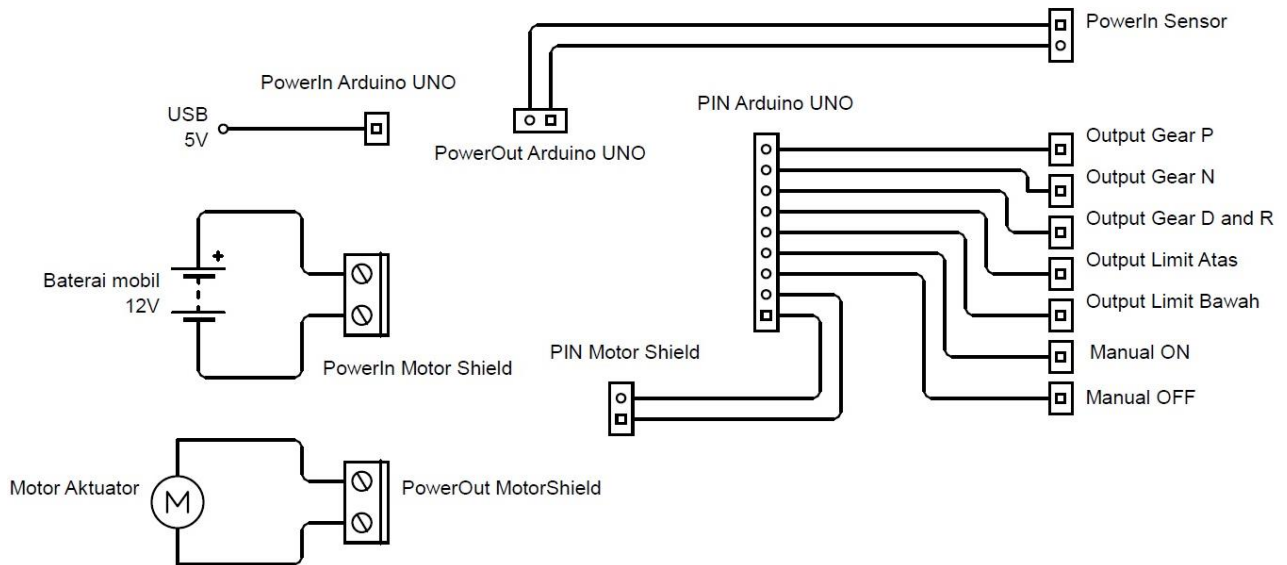
3. Pemegang kabel rem
Berfungsi menghubungkan komponen mekanis kabel rem parkir dengan linear actuator. Terdapat dua bagian, bagian pertama dapat diperoleh langsung dengan membelinya di toko dan yang satunya dibuat menggunakan bahan besi yang ditekuk dan dibor.
4. Penyangga motor
Berfungsi menahan motor *linear actuator* agar tidak bergerak saat menerima beban

dorong maupun tekan yang terjadi saat motor bekerja. Didapat bersama saat membeli motor *linear actuator*

5. Penyangga *limit switch*
Berfungsi untuk menempatkan *limit switch* pada posisi yang diinginkan, bahan yang digunakan tidak perlu bahan dengan kekuatan tinggi karena *switch* tidak menerima beban yang besar. Bahan yang digunakan adalah brecket yang cukup mudah didapat di toko-toko.
6. Penekan sensor
Berfungsi untuk menekan *sensor brake limit* bagian atas dibuat dari bahan yang sama dengan pemegang *limit switch*.
7. Mur dan baut
Mur dan baut yang digunakan adalah dengan ukuran M6 P1.0 dan M8 P1.0

D. Perancangan Komponen Kendali Dan Elektrik

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa sistem elektrik terdapat beberapa komponen utama seperti motor, *control unit*, *switch*, dan sensor



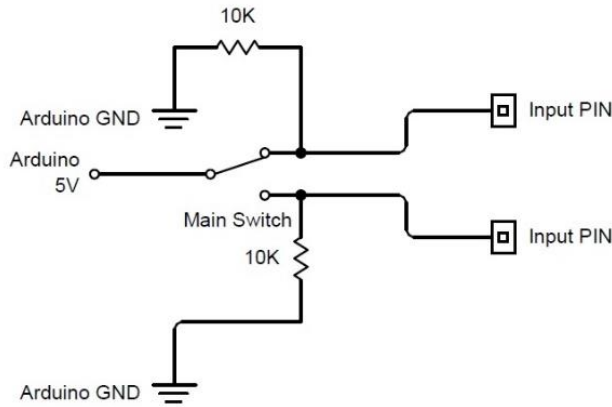
Gambar 6 Rancangan komponen kendali dan elektrik rem parkir elektrik

1. *Linear actuator*
Memerlukan arus dc untuk bergerak dan perubahan polaritas input arus mengubah arah gerakan motor
2. Pemilihan kontroler yang dipakai adalah yang dapat diprogram dan mampu menangani banyak input dari sensor-sensor. Dengan berbagai pertimbangan akhirnya dipilih microcontroller merek Arduino seri UNO

Dikarenakan arus yang dikeluarkan Arduino UNO tidaklah besar (max 40ma untuk 1 pin) maka digunakan komponen tambahan yang dipasangkan diatas arduino biasa disebut shield, shield yang dipilih adalah motor shield karena yang diperlukan adalah koponen pengendali motor. Motor shield memiliki sumber daya yang terpisah dari Arduino UNO

3. *Main switch* yang digunakan berupa *switch* yang dengan dua tombol seperti *switch power window* dimana menekan salah satu

switch akan memberi perintah untuk mengaktifkan rem parkir dan menekan switch lainnya akan memberi perintah untuk melepaskan rem parkir

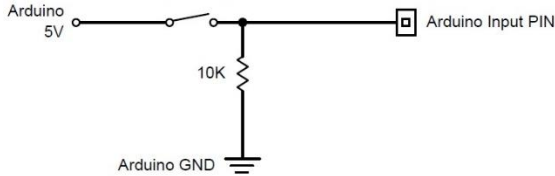


Gambar 7 Wiring main switch

4. *Brake limit switch*

Limit switch yang dipilah adalah yang berlegan penekan panjang karena jenis ini dapat dengan mudah mengatur letak switch dan mengatur kondisi dimana switch tertekan maupun terlepas.

Brake limit switch terdapat 2 buah untuk mendeteksi titik atas dan bawah dimana kabel rem parkir telah tertarik atau terlepas, kedua *limit switch* memiliki sistem kerja dan kelistrikan yang identik, perbedaan hanya terletak pada pemosisian switch itu sendiri dan inputnya pada *control unit*.

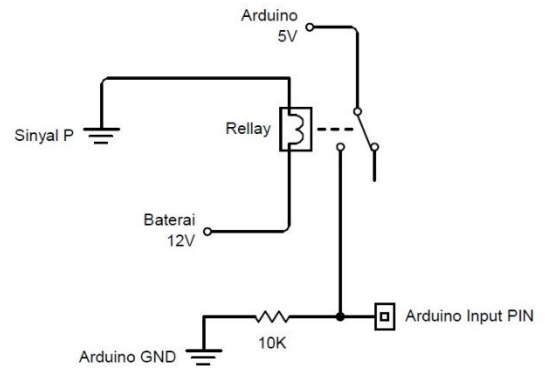


Gambar 8 Wiring brake limit switch

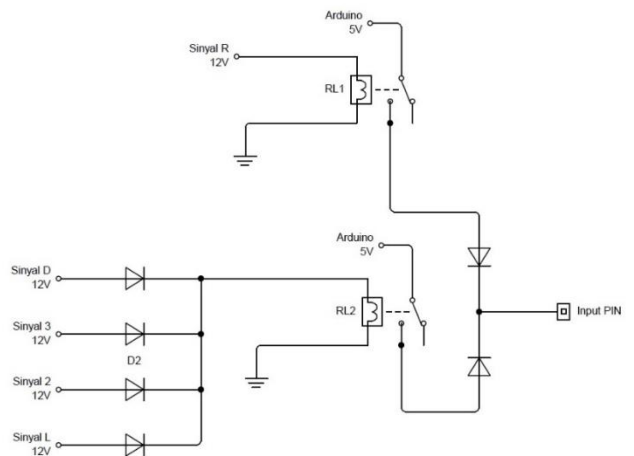
5. *Gear position sensor*

Sensor pembaca posisi gearboks melakukan pembacaan pada gigi P, R,N, dan D. Masukan sensor didapat dari indikator gearbox pada *instrument panel* dikarenakan pada tuas gearboks tidak terdapat sinyal kelistrikan gigi P,R, maupun N, dan ketidak tersedianya tempat yang memadai untuk menambahkan sensor. Posisi gigi R dan D dapat langsung menghasilkan sinyal +12 volt, posisi gigi P dan N pada *instrument panel* tidak memberi sinyal arus positif, melainkan sinyal negatif atau *ground* sehingga untuk kedua masukan tersebut diberi relay untuk mendapat sinyal positif

+5 volt dari posisi gigi P dan N, perkabelan sinyal P dan N identik, perbedaan terletak hanya dari sumber sinyalnya. Selain itu sinyal R dan D juga melalui relay untuk menghasilkan keluaran +5 volt. Semua sinyal diubah menjadi 5 volt karena pada tegangan itulah *controller* dapat menerimanya. Dikarenakan gigi D memiliki 4 tingkat yaitu D,3,2,1 maka digunakan diode yang akan mengabungkan sinyal tersebut sebelum masuk ke controller karena kontroler tidak memerlukan informasi pada D tingkat apa mobil sekarang berada. Lalu untuk menyederhanakan pemrograman sinyal keluar gigi posisi R dan D digabungkan dengan menggunakan diode untuk menghindari arus balik, hal ini dimungkinkan karena program yang berjalan pada posisi R dan D identik sehingga penggabungan kedua sinyal posisi gigi tersebut memungkinkan.



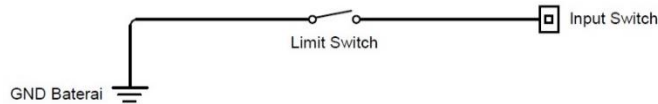
Gambar 9 Wiring gear P position sensor



Gambar 10 Wiring gear D and R position sensor

6. Sensor park brake

Sensor ini menggunakan komponen *limit switch* namun dengan tuas berujung roda. Untuk sistem perkabelan tidak terlalu banyak perubahan karena masih dapat menggunakan kabel *switch* rem parkir yang telah ada pada kendaraan yang perlu dilakukan hanyalah menambah kabel yang dihubungkan ke ground kendaraan karena *switch* yang telah ada pada kendaraan mengeluarkan sinyal berupa ground.



Gambar 11 Wiring park brake sensor

E. Pemasangan

Langkah awal pemasangan adalah melepas tuas rem parkir yang terdapat pada kendaraan, setelah tuas rem parkir terlepas akan tampak kabel rem parkir. Selanjutnya pemasangan penyangga motor yang dipasangkan pada motor menggunakan baut dan mur M6. Pemegang kabel rem parkir digabungkan menjadi satu. Lalu mengaitkan pemegang kabel rem parkir pada rem parkir kendaraan. Pemasangan pemegang kabel rem parkir dan penekan *limit switch* pada motor menggunakan baut dan mur M6. Berikutnya setelah motor telah terhubung dengan kabel rem parkir, penyangga motor dipasangkan pada bodi kendaraan menggunakan baut M6, pemasangan pada lubang yang sebelumnya digunakan pada tuas rem parkir sehingga tidak memerlukan membuat lubang untuk baut. Memasang pemegang *limit switch* pada bodi kendaraan menggunakan skrup dan baut M6, serta mengatur pemegang *limit switch* agar posisi *limit switch* sesuai dengan yang diperlukan. Seperti halnya pemasangan *limit switch* atas dan bawah, park brake switch juga dipasang menggunakan pemegang *limit switch* yang posisinya diatur agar pada saat awal motor menarik rem parkir park brake switch akan tidak tertekan. Pemasangan tiga buah switch dengan posisi yang telah disesuaikan. Setelah proses pemasangan selesai akan tampak motor dan switch dimana penyangga yang terpasang pada bodi motor menahan motor saat motor bekerja menarik kabel rem parkir.



Gambar 12 Hasil Pemasangan Motor

Untuk pemasangan Arduino UNO dan motor shield dipasangkan sesuai dengan wiring diagram yang ada. Main switch diletakkan pada daerah yang mudah dijangkau yaitu pada daerah kanan roda kemudi berdekatan dengan kendali sepiion elektrik.



Gambar 13 Main switch

F. Pengujian

Dalam menguji rem parkir elektrik terdapat beberapa pengujian yang perlu dilakukan yaitu, menguji performa rem parkir dalam keadaan kendaraan miring turun grade 20%, menguji performa rem parkir dalam keadaan kendaraan miring naik grade 20% dan menghitung jumlah prosedur yang perlu dilakukan pengemudi untuk berbagai kegiatan menggunakan rem parkir elektrik dibandingkan dengan menggunakan rem parkir konvensional juga menguji operasional sistem saat kendaraan akan berjalan dari keadaan diam juga perlu diuji.

Pengujian performa rem parkir dalam keadaan miring naik maupun turun dilakukan pada bidang dengan kemiringan 12 derajat dan pengujian yang dilakukan berhasil dimana kendaraan dapat mempertahankan keadaan diam selama 5 menit pada kemiringan lebih dari 11,2 derajat, 49 CFR 571.135 - STANDARD NO. 135; LIGHT VEHICLE BRAKE SYSTEMS[3].



Gambar 14 Pengujian miring turun



Gambar 15 Pengujian miring naik

Pengujian kemudahan prosedur juga menunjukkan bahwa rem parkir elektrik lebih mudah digunakan karena memerlukan lebih sedikit prosedur dalam pengoperasiannya

Tabel 1 Perbandingan kemudahan operasi antara RPE dan rem parkir konvensional

No prosedur	Jumlah prosedur (kali)	
	Rem parkir elektrik	Rem parkir konvensional
1	2	2
2	2	3
3	2	3
4	3	3
5	2	3
6	2	2

7	2	2
8	2	3
9	2	3

Pengujian operasional menguji kemampuan rem parkir elektrik untuk beroperasi dari kendaraan yang diam akan bergerak dari berbagai kondisi Ada empat kondisi pada pengujian operasional yaitu pengujian pada kendaraan dari keadaan diam pada bidang miring naik akan berjalan maju, bidang miring naik akan berjalan mundur, bidang miring turun akan berjalan maju, dan bidang miring turun akan berjalan mundur.

Hasil dari pengujian operasional juga menunjukkan bahwa rem parkir elektrik dapat operasional dengan baik pada empat kondisi pengujian.

4. Kesimpulan

Dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa rem parkir elektrik yang telah terpasang pada Toyota Rush dapat dioperasikan dengan lebih mudah dimana prosedur yang perlu dilakukan pengemudi lebih sedikit daripada rem parkir konvensional pada Toyota Rush. Dari sisi performa rem parkir elektrik ini juga telah lulus uji dengan standard yang dikeluarkan. Pengujian operasional kendaraan akan bergerak dari posisi diam juga tidak mengalami masalah. Dapat disimpulkan secara keseluruhan rem parkir elektrik bekerja dengan baik dan bermanfaat bagi kemudahan pengemudi kendaraan.

5. Daftar Pustaka

1. Electric Parking Brakes. (2011, February 1). Motor Industry Magazine.
2. Brembo Electronic Parking Brake. (n.d.). Retrieved June 4, 2015, from <http://www.whatvan.co.uk/test-drives/first-drive/2008/brembo-electronic-parking-brake>
3. 49 CFR 571.135 - STANDARD NO. 135; LIGHT VEHICLE BRAKE SYSTEMS. (2011). Retrieved June 4, 2015, from <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title49-vol6/pdf/CFR-2011-title49-vol6-sec571-135.pdf>