

Sistem Parkir Selari Kenderaan Secara Automatik

Norlia Md Desa^{1*}, Nik Muhammad Azif Ariffin¹, Muhd Hasanul Isyraf Mat Junoh¹

¹Department of Mechanical Engineering, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin Dungun Terengganu

*Corresponding author E-mail: norlia.mddesa.poli@1govuc.gov.my

Abstrak

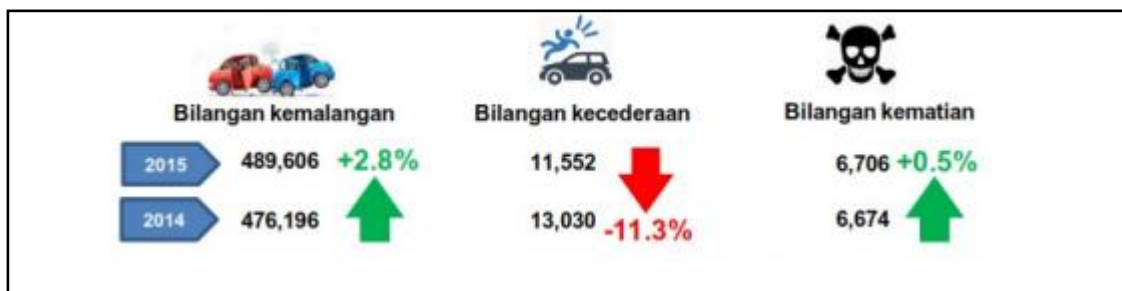
Parkir atau tempat meletak kenderaan yang suatu ketika dahulu bukanlah keperluan kritikal ekoran kurangnya kenderaan di atas jalan raya, kini menjadi masalah besar kepada ramai pengguna jalan raya terutama kepada warga kota. Pada tahun 2014, terdapat lebih daripada 500,000 pelanggaran di tempat parkir kereta, yang merupakan peningkatan 4% berbanding dengan tahun 2010 (Statistik dari Institut Penyelidikan Keselamatan Jalan Raya Malaysia , MIROS) Seperti kita sedia maklum, banyak kemalangan berlaku apabila pandangan pemandu terganggu dan tiada cukup ruang untuk mengemudi kenderaan mereka dalam situasi seperti di lot parkir dan jalan raya yang sesak teruk. Oleh itu Sistem Parkir Selari Kenderaan Secara Automatik ini adalah satu sistem teknik parker selari automatik berfungsi membantu mengatasi situasi genting tersebut menerusi penggunaan kamera video, sensor jarak, radar dan teknologi . Sistem bantuan parkir menumpukan kepada cara kenderaan diparkir secara selari . Menerusi penggunaan sensor parkir, kamera video dan perisian, pemandu dapat memandu masuk ke dalam petak parkir selari dengan mudah. Pemandu cuma perlu mengekalkan kawalan ke atas kelajuan kenderaan dan sebaik sahaja sistem dapat mengenal pasti poin tertentu, ia akan memandu sendiri ke dalam parkir. Data yang digunakan dalam simulasi adalah berdasarkan Toyota Camry Sedan model 2008 dengan dimensi panjang adalah 4,825 m, lebar 1.82 m, dan panjang dari tayar hadapan ke tayar belakang yang jaraknya adalah 2,755 m. Sudut stereng maksimum adalah 45 darjah. Simulasi tersebut mengikuti bahagian kenderaan Toyota dan berskala berkadar supaya hasilnya boleh padat pada skrin menggunakan kinematik robot Lego Mindstorms EV3 sebagai model prototaip. Sistem ini berpotensi menjimatkan ruang tempat memakir kereta sehingga 17.6% dimana pendekatan ini membolehkan lebih banyak kenderaan boleh diletakkan dalam usaha memenuhi keperluan parkir kenderaan yang semakin meningkat.

Kata Kunci: parkir kenderaan; parkir selari; kawalan kelajuan kenderaan

1.0 PENGENALAN

Kepesatan perkembangan bidang pengangkutan di Malaysia adalah hasil daripada pertumbuhan dan pembangunan sosio-ekonomi yang berterusan. Pembangunan rangkaian pengangkutan jalan raya merupakan salah satu faktor penting dalam menyediakan infrastruktur yang diperlukan untuk kepentingan program pembangunan ekonomi negara. Namun demikian dengan peningkatan dan perkembangan yang pesat dalam sektor pengangkutan telah menimbulkan masalah dan isu tentang keselamatan jalan raya pada muktahir ini dengan meningkatnya jumlah kemalangan jalan raya. Kemalangan jalan raya dapat didefinisikan sebagai suatu kejadian yang tidak diingini berlaku akibat hilang kawalan pemanduan sehingga menyebabkan kecederaan (Heirich dan Peterson, 1980).

Di Malaysia kesedaran dan keprihatinan isu kemalangan jalan raya bermula agak lewat. Kesedaran tentang betapa seriusnya masalah kemalangan ini bermula apabila berlakunya kemalangan jalan raya yang dahsyat di Lebuhraya Kuala Lumpur-Karak pada bulan Jun 1990. (utusan Malaysia, 2016) . Kemalangan ini telah meragut 15 nyawa sekali gus dan mencederakan 16 yang lain. Mengikut laporan terkini World Health Ranking (2014) , Malaysia berada pada kedudukan ke 20 buat kadar kematian akibat kemalangan trafik iaitu lebih tinggi daripada negara-negara lain di Asia Tenggara kecuali Thailand. Malaysia mempunyai kira-kira 34.5 kes kematian akibat kemalangan jalan raya bagi setiap 100,000 penduduk



Rajah 1.1: Statistik Kemalangan di Malaysia (**Sumber:** Jabatan Siasatan dan Penguatkuasaan Trafik, Polis Diraja Malaysia).

Kemalangan akibat dari ketidakkakiran yang betul kenderaan antara penyumbang kepada berlakunya kemalangan ini. Di Amerika Syarikat , statistik mengatakan lebih kurang 14% kes kemalangan yang berlaku di kawasan letak kereta adalah berkaitan dengan 'front-in parking' di mana apabila satu kereta ingin keluar secara tidak sengaja berlanggar dengan kereta yang lalu belakang kereta tersebut.

Dalam 2003, Toyota bermula untuk menjual kenderaan hibrid Prius Jepun mereka dengan menawarkan keupayaan tempat letak kereta selari automatik, apabila satu pilihan dinamakan Intelligent Parking Assist. Dalam 2006, Lexus menambah satu sistem parkir kepada sedan Lexus LS untuk direka bentuk semula. Ia membandingkan parkir selari serta sudut parkir. Pada tahun 2010, BMW memperkenalkan sistem yang dipanggil pembantu letak kereta yang direka semula pada siri ke 5 ini. Pada tahun 2015, Chrysler memperkenalkan 200 buah kereta sedan, menawarkan tempat letak kereta automatik sebagai sebahagian daripada pakej Safetytec. Tetapi semua sistem 'automatic parking' diatas menjaga stering tetapi brek dan pemecut perlu dikawal oleh pemandu. Oleh sebab itu, ianya dipanggil 'semi-autonomous parking or parking assist systems'. Penyelidikan ini adalah untuk mengkaji bagaimana membangunkan sistem parkir kenderaan secara automatik sebuah kereta prototaip dengan menggunakan 'Mindstorm ev3' yang boleh mengesan ruang letak kereta dan mengendalikan pergerakan kereta bagi mengelakkan berlanggar serta mengurangkan masa untuk parkir kereta. Antara aplikasi berkaitan keselamatan yang dibangunkan berasaskan platform 'Mindstorm ev3' ialah amaran pelanggaran, mengelak halangan atau kesesakan, fungsi henti dan jalan, beg udara pengesan prakemalangan dan kemudahan letak kereta.

Pada masa depan, penggunaan sistem ini boleh digabungkan dengan pelbagai sistem pemantauan dan navigasi yang lain akan meningkatkan kecekapan pembangunan sistem parkir pintar.

2.0 KAEDAH DAN BAHAN

2.1 Kaedah Pengoperasian

Kaedah penyelidikan ini adalah melibatkan Lego Mindstorms EV3 sebagai prototaip dan pengaturcaraan JAVA GUI bagi simulasi pemakiran selari kenderaan.

2.1.1 Kaedah Pemakiran Secara Manual

Sistem keselamatan kereta boleh dibahagikan kepada tiga kategori berbeza iaitu bantuan parkir dan lalulintas, keselamatan perlanggaran dan keselamatan perjalanan. Sistem letak kereta automatik ialah satu sistem mudah alih sebuah kenderaan dari satu lorong trafik ke dalam satu tempat letak kereta samada selari dan tegak lurus. Jadi, sistem keselamatan dalam kategori bantuan parkir dan lalulintas berfungsi membantu mengatasi situasi genting tersebut menerusi penggunaan kamera video, sensor jarak, radar dan teknologi lidar. Sistem parkir automatik bertujuan untuk menambahkan keselesaan dan keselamatan memandu masuk parkir di mana perlu banyak perhatian dan pengalaman dikehendaki untuk memandu kereta.

Sistem bantuan parkir menumpukan kepada cara kenderaan diparkir secara selari atau sisi. Menerusi penggunaan sensor parkir, kamera video dan perisian, pemandu dapat memandu masuk ke dalam petak parkir selari dengan mudah. Pemandu cuma perlu mengekalkan kawalan ke atas kelajuan kenderaan dan sebaik sahaja sistem dapat mengenal pasti poin tertentu, ia akan memandu sendiri ke dalam parkir. (Rajah 2.1.1a)



Rajah 2.1.1a: Cara kenderaan diparkir secara selari atau sisi

Sistem amaran trafik-lintas belakang berfungsi mengeluarkan amaran apabila ada objek seperti kenderaan atau pejalan kaki melintas laluan kenderaan ketika sedang mengundur . Apabila sensor di belakang mengesan sebarang objek yang datang, amaran berupa ton atau kelipan lampu akan diaktifkan. Sistem ini kerap dimuatkan bersama sistem pemantauan titik buta.

Sistem amaran proksimiti (kedekatan) beroperasi pada kelajuan rendah dan mengeluarkan amaran mengenai halangan di sekitar kenderaan yang mungkin anda tidak nampak. Kamera dan sistem radar bekerja bersama untuk membantu mengesan halangan, sekali gus memberi amaran kepada pemandu sebelum berlaku pelanggaran. Sesetengah sistem berfungsi bersama brek. Kebiasaannya, sistem ini dipasang bersama sistem lain yang menggunakan sensor sama seperti kawalan jelajah adaptif (adaptive cruise control).



Rajah 2.1.1b: Mengeluarkan amaran mengenai halangan di sekitar kenderaan

Kamera undur menawarkan kepada pemandu pandangan belakang kenderaan secara penuh dan jelas. Kamera akan disambungkan kepada sistem infotainment kereta. Apabila pemandu memasukkan gear undur, skrin akan memaparkan imej daripada kamera. Sistem ini juga membantu mengatasi kekurangan pada cermin pandang belakang.



Rajah 2.1.1c: Membantu mengatasi kekurangan pada cermin pandang belakang.

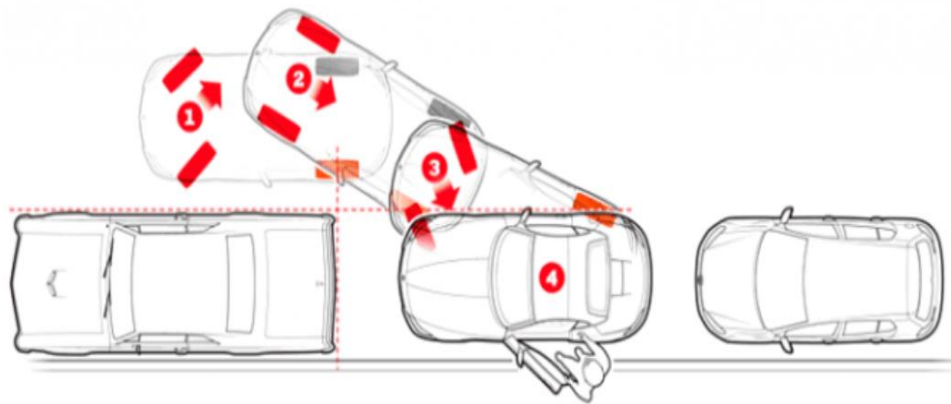
Kajian University of London yang disokong Vauxhall (2016) menetapkan amaun sebenar ruang ekstra yang diperlukan sesebuah kereta untuk diparkir selari. Ia bergantung kepada radius pusingan (r) kereta , jarak roda atau *wheelbase* (l), jarak dari pusat roda depan hingga hadapan kereta (k) dan lebar kereta yang di belakangnya (w). (Persamaan 1)

$$\sqrt{(r^2 - l^2) + (1 + k)^2} - (\sqrt{r^2 - l^2} - \varphi)^2 - 1 - k \quad (1)$$

Rajah 2.1.1d: Cara mengira amaun sebenar ruang ekstra.

Berdasarkan kepada pengiraan ruang ekstra yang telah dibuat, maka aturan pemakiran selari secara manual sebaiknya mengikut standard yang telah ditetapkan oleh buku Panduan Pembelajaran Kurikulum Pendidikan Pemandu, Jabatan Pengangkutan Jalan, (JPJ), (2001). Aturan nya adalah:-

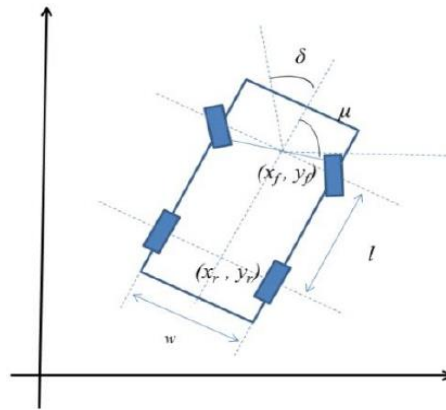
- (a) Pandu kereta anda supaya selari dengan kereta sebelah. Pastikan gandar belakang (tengah rim) sejajar dengan hujung bampar kereta sebelah. Pusing stereng ke kiri hingga habis dan mula pandu masuk ke dalam petak parkir.
- (b) Undurkan kereta hingga bahagian tengah kereta selari dengan bampar belakang kereta sebelah. Kemudian, luruskan stereng dan undurkan kereta hingga tayar belakang (kanan) sejajar dengan tepi jalan.
- (c) Pusingkan stereng arah bertentangan (kanan) dan undur kereta. Anda akan dapati sisi kereta anda akan berada sejajar dengan kereta sebelah di hadapan.
- (d) Jika mengikut langkah diberikan, kereta anda pasti akan berada dalam petak parkir yang dimahukan. Keluar sekarang dan perhatikan hasil kerja anda.



Rajah 2.1.1e: Langkah untuk memakir kereta secara selari atau sisi

2.1.2 Trajektori Kenderaan

Dalam usaha untuk mengkaji sistem tempat letak kereta automatik, kita perlu mengkaji trajektori kenderaan pertama. Satu kenderaan yang dibina akan membolehkan kita untuk mengkaji trajektori yang lebih baik. Dalam gambar di bawah memperkenalkan model kenderaan di yang membantu menggambarkan pergerakan kenderaan.



Rajah 2.1.2a: Memperkenalkan model kenderaan di yang membantu menggambarkan pergerakan kenderaan.

Berdasarkan rajah di atas, pusat roda depan diwakili sebagai (x_f, y_f) manakala pusat roda belakang diwakili sebagai (x_r, y_r) . Dan, l mewakili panjang dari roda depan dan roda belakang, w mewakili lebar kereta, δ mewakili sudut, dan μ mewakili orientasi kereta. Persamaan berikut diterbitkan sebagai trajektori titik tengah roda belakang:

$$(x_r - a)^2 + (y_r - b)^2 = (l \cdot \cot \delta)^2, \quad \dots\dots\dots (2)$$

di mana :

$$a = x_{r0} - l \cdot \cot \delta \cdot \sin \mu_0$$

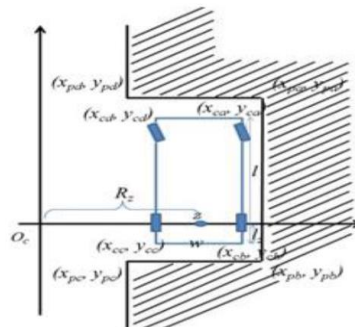
$$b = y_{r0} - l \cdot \cot \delta \cdot \cos \mu_0$$

dan (x_{r0}, y_{r0}, μ_0) mewakili nilai awal. (Nilai awal ialah nilai apabila kenderaan berada di tempat awal dalam sistem koordinat.)

Telah ditunjukkan dalam persamaan di atas bahawa trajektori (x_r, y_r) adalah bulatan standard dari Persamaan 2. Begitu juga, jika kenderaan itu bergerak dengan sudut stereng tertentu, trajektori mana-mana titik di atas kenderaan itu boleh dianggap sebagai lengkungkan terhad.

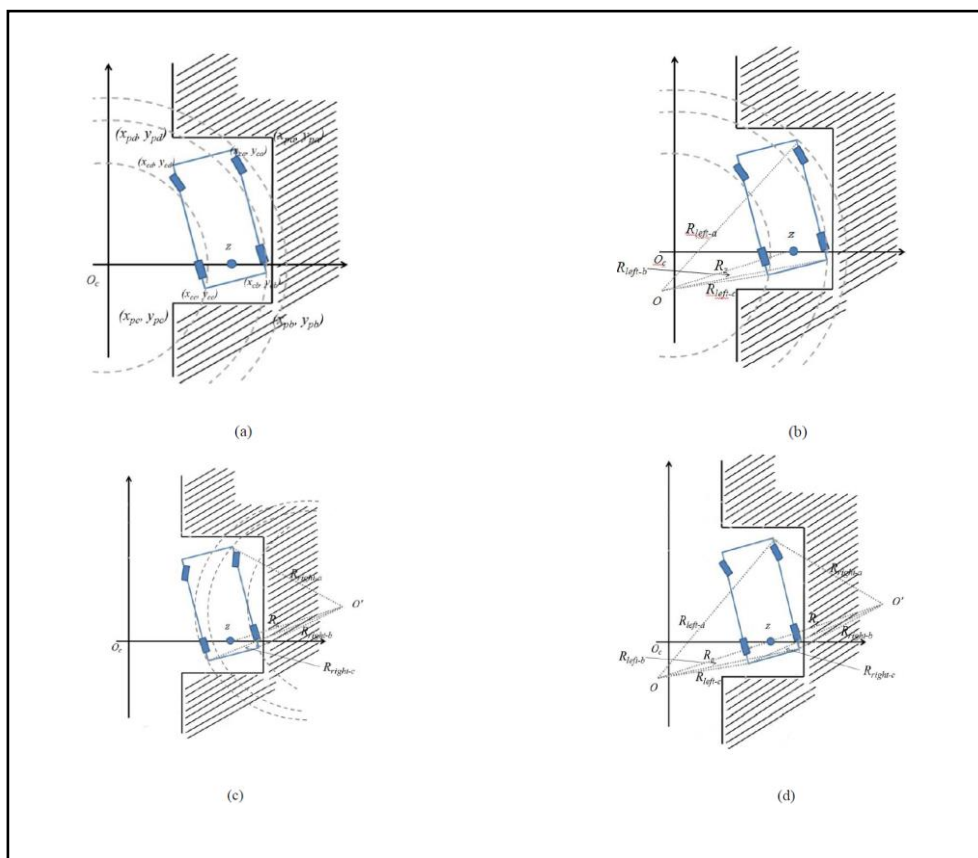
2.1.3 Sistem Koordinat

Selepas mengetahui trajektori kenderaan, langkah seterusnya membina sistem koordinat untuk cadangan pendekatan pemakiran ..



Rajah 2.1.3a: Sistem koordinat digunakan dalam cadangan pendekatan pemakiran

Rajah di atas menunjukkan segi empat tepat biru mewakili kenderaan. Koordinat dibahagian atas kanan kenderaan itu adalah (x_{ca}, y_{ca}) , dan koordinat bahagian bawah kanan, bahagian kanan bawah dan atas kiri masing-masing adalah (x_{cb}, y_{cb}) , (x_{cc}, y_{cc}) dan (x_{cd}, y_{cd}) . Begitu juga, koordinat bahagian kanan tempat letak kereta adalah (x_{pa}, y_{pa}) , dan koordinat yang bahagian bawah kanan, bahagian kiri dan atas kiri adalah sepadan (x_{pb}, y_{pb}) , (x_{pc}, y_{pc}) dan (x_{pd}, y_{pd}) . Dan, z mewakili titik tengah roda belakang, w mewakili lebar kenderaan manakala l mewakili panjang kenderaan. Juga, l_z mewakili panjang daripada roda belakang ke bahagian belakang kereta. R_z adalah jejari bulatan apabila roda hadapan mengemukakan terus ke sudut stereng maksimum. O_c adalah koordinat asal origin, yang mana ia tidak pernah diubah semasa pengiraan keseluruhan, dan jarak antara O_c dan titik tengah roda belakang z adalah R_z .

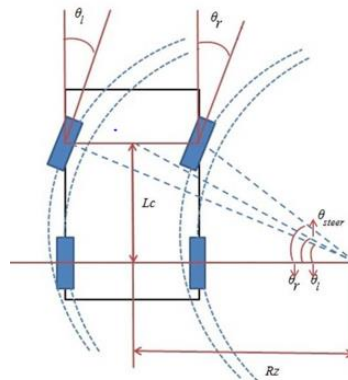


Rajah 2.1.3b: Sistem koordinat yang digunakan dalam pendekatan cadangan semasa kenderaan bergerak

Penggunaan sistem koordinat ini ditunjukkan dalam empat gambar rajah yang berbeza di atas. Semasa kenderaan bergerak, (x_{ca}, y_{ca}) , (x_{cb}, y_{cb}) , (x_{cc}, y_{cc}) dan (x_{cd}, y_{cd}) masih mewakili empat sudut titik kenderaan, dalam sudut titik yang sama (x_{pa}, y_{pa}) , (x_{pb}, y_{pb}) , (x_{pc}, y_{pc}) dan (x_{pd}, y_{pd}) mewakili empat titik sudut tempat letak (rajah (a) di atas) dan O_c masih mewakili koordinat origin.

2.1.4 Sudut Maksimum Stereng

Sudut stereng maksimum adalah satu parameter penting yang akan digunakan dalam pendekatan yang dicadangkan. Maksimum sudut stereng θ_{steer} ditunjukkan dalam Rajah 2.1.4 di bawah . Seperti yang telah dinyatakan sebelum ini, bulatan trajektori keempat-empat roda membentuk empat bulatan yang berkongsi titik tengah yang sama bulatan. Dan sudut di antara garis yang menghubungkan titik tengah ini ke titik tengah roda hadapan dan garis yang menghubungkan titik tengah ini ke titik tengah roda belakang, adalah maksimum sudut stereng θ_{steer} . Apabila data kenderaan itu diperolehi, maksimum sudut stereng θ_{steer} atau minimum jejari R_z boleh diperolehi.



Rajah 2.1.4: Hubungan geometri antara maksimum sudut stereng dan pusingan jejari minimum

Dalam Rajah 2.1.4 , θ_l dan θ_r adalah sudut stereng roda hadapan sebelah kiri dan sebelah kanan. θ_{steer} adalah sudut stereng maksimum, yang boleh dikira dengan menggunakan θ_l dan θ_r . Dan juga, hubungan antara θ_{steer} sudut stereng maksimum dan minimum jejari R_z boleh didapati. Ini adalah kaedah pengiraan:

$$\theta_{steer} = \arctan\left(\frac{2 \tan \theta_l \tan \theta_r}{\tan \theta_l + \tan \theta_r}\right),$$

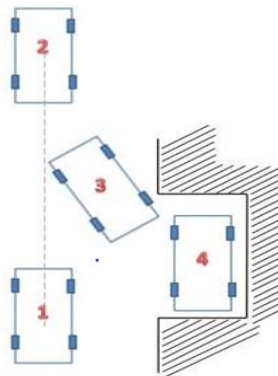
$$R_z = \frac{L_c}{\tan \theta_{steer}}.$$

..... (3)

Dalam kaedah yang dicadangkan, sudut stereng maksimum akan menentukan sudut perubahan yang paling sesuai bagi setiap pergerakan.

2.1.5 Pengaturcaraan Pemakiran Selari

Pendekatan proses pengaturcaraan pemakiran selari kenderaan yang dicadangkan adalah seperti rajah di bawah:

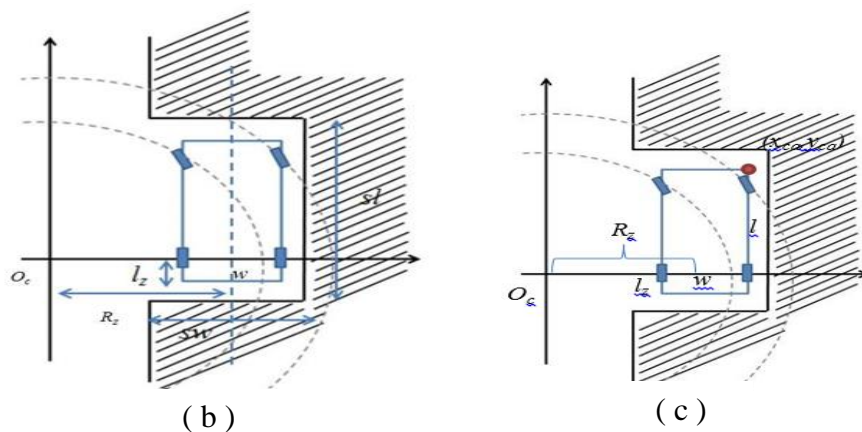


Rajah 2.1.5a: Proses parkir kereta selari

Kedudukan sasaran kenderaan di tempat parkir kereta (seperti kedudukan 4 dalam rajah 2.1.5a) perlu ditentukan terlebih dahulu. Sensor mendapat maklumat daripada panjang tempat parkir kereta, yang ditandakan sebagai sl dan lebar tempat letak kereta, yang ditandakan sebagai sw . Penyelaras empat titik sudut parkir letak kereta yang ditunjukkan seperti dalam persamaan dan ia juga menunjukkan jarak yang selamat. Semua parameter ditunjukkan dalam Rajah 2.1.5a dan dicatatkan dalam bahagian sebelum ini. Koordinat (x_{pa}, y_{pa}) , (x_{pb}, y_{pb}) , (x_{pc}, y_{pc}) dan (x_{pd}, y_{pd}) masih parameter tempat parkir kereta. Jarak yang selamat ditetapkan sebagai $0.1m$ dalam persamaan dalam kaedah yang dicadangkan. Walau bagaimanapun, ia boleh berubah berdasarkan keadaan sebenar. Berikut diberikan hubungan geometri antara kenderaan dan tempat letak kereta.

$$\begin{cases} x_{pa} = R_z + sw - \frac{w}{2} \\ y_{pa} = sl - 0.1 - l_z \end{cases} \quad \begin{cases} x_{pc} = R_z - \frac{w}{2} \\ y_{pc} = -0.1 - l_z \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{pb} = R_z + sw - \frac{w}{2} \\ y_{pb} = -0.1 - l_z \end{cases} \quad \begin{cases} x_{pd} = R_z - \frac{w}{2} \\ y_{pd} = sl - 0.1 - l_z \end{cases} \quad \dots \dots \dots (4)$$



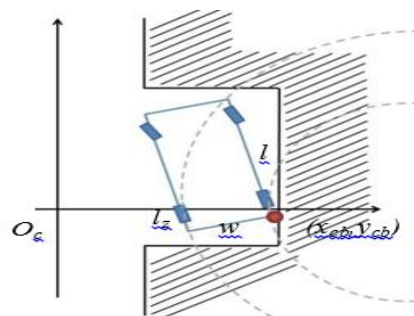
Rajah 2.1.5 b dan c : Lengkokkan tayar belok kiri dan titik menjejak (x_{ca}, y_{ca}) .

Selepas panjang dan lebar tempat parkir kereta yang dikenali serta kedudukan sasaran dan data kenderaan diketahui, algoritma mula mengira pergerakan kereta yang akan dilakukan untuk parkir kereta daripada kedudukan 4 ke kedudukan 3. Algoritma ini akan dibahagikan kepada dua bahagian iaitu apabila kereta bergerak ke hadapan dan apabila kereta bergerak ke belakang. Trajektori kereta adalah bulatan standard, jadi titik tengah bulatan berubah dan arah kereta juga akan berubah. Titik tengah akan bergerak ke belakang bulatan O' adalah tempat yang simetri titik tengah akan bergerak ke hadapan bulatan O , dan ianya adalah simetri dengan titik tengah belakang roda z . Apabila kenderaan sedang bergerak ke hadapan seperti Rajah 2.1.5c, tetapkan titik atas sebelah kanan kereta itu sebagai titik pengesanan, koordinat titik ini (x_{ca}, y_{ca}) .

Dalam Rajah 2.1.5c menunjukkan kereta tersebut membelok ke kiri, yang akan menunjukkan bahawa titik atas sebelah kanan kereta itu bergerak ke sebelah kiri, x_{ca} akan terus berkurang semasa kereta bergerak ke hadapan. Dalam pada itu, y_{ca} mula meningkatkan nilainya apabila kereta itu bergerak ke hadapan. Hubungan geometri menyekat e x_{ca} dan y_{ca} di jalan bulatan trajektori, yang mempunyai koordinat O_c sebagai origin dan R_z sebagai jejari. Juga untuk mengelakkan perlanggaran di tempat parkir kereta, bucu di setiap kereta tidak seharusnya melanggar dinding atau halangan lain, jadi nilai y_{ca} harus kurang daripada y_{pa} . Begitu juga nilai x_{cb} harus kurang daripada x_{pb} , nilai y_{cc} harus kurang daripada y_{pc} . Semua kesan ini boleh diringkaskan dalam persamaan (4) di bawah. Dalam persamaan ini, x_0 y_0 dan nilai awal x_{ca} dan y_{ca} , nilai awal ialah nilai apabila kereta itu diletakkan pada kedudukan yang betul. (Persamaan 5)

$$y_{ca} = \text{Max} \left(y_0 + \sqrt{(l - l_z)^2 + \left(R_z + \frac{w}{2}\right)^2 - (x_{ca} - x_0)^2} \right)$$

(4) $y_{ca} < y_{pa}, x_{cb} < x_{pb}, y_{cc} > y_{pc}$ where $x_{ca} \in [x'_{ca}, x_{pd}]$. (5)



Rajah 2.1.5d: Lengkuk belok kanan dan titik menjejak (x_{cb}, y_{cb}) .

Apabila kenderaan itu bergerak ke belakang seperti ditunjukkan pada Rajah 2.1.5d, tetapkan titik kanan bawah kereta tersebut sebagai titik pengesanan, koordinat adalah (x_{cb}, y_{cb}) . Titik pengesanan x_{cb} pertama meningkat apabila kereta tersebut bergerak ke belakang, dalam keadaan ini, titik kanan bawah kereta tersebut sedang bergerak ke sebelah kanan.

Dalam pada itu, YCB mula berkurang nilainya apabila kereta tersebut bergerak ke belakang. Dan hubungan geometri xcb dan ycb di jalan bulatan trajektori, Rz masih jejari tetapi origin akan berbeza kali ini. Juga untuk mengelakkan perlanggaran di tempat parkir kereta, bucu kereta tidak seharusnya melanggar dinding, jadi nilai yca akan kurang daripada ypa . Begitu juga, nilai xcb harus kurang daripada xpb , nilai ycc akan kurang daripada ypc . Semua kesan ini boleh diringkaskan dalam persamaan 6 di bawah, di mana x_0 y_0 dan adalah nilai awal xcb dan ycb , dan nilai awal adalah ketika kereta tersebut diletakkan di kedudukan betul.

$$y_{cb} = \text{Max} (y_0 - \sqrt{l_z^2 + \left(R_z - \frac{w}{2}\right)^2 - (x_0 - x_{cb})^2})$$

$$(5) \ y_{ca} < y_{pa}, \ x_{cb} < x_{pb}, \ y_{cc} > y_{pc} \text{ where } x_{cb} \in [x'_{cb}, x_{pb}]. \quad (6)$$

2.1.6 Pendekatan Reka Bentuk Pemakiran Selari

Fasa ini memberi tumpuan kepada menyediakan prototaip untuk parkir selari. Prototaip ini adalah untuk memudahkan pengguna memarkir kereta dengan mudah dan tersusun.

Bil	Gambaran	Penerangan
1		<p>a) Meletakkan kereta anda selari dengan kenderaan di depan ruang kosong, dengan jarak 2 kaki antara kereta anda dan kereta lain. Memusing stereng terus kekanan jika tempat letak kereta di kanan anda, atau terus ke kiri jika tempat letak kereta di kiri anda</p> <p>b) Dengan perlahan memandu sehingga kereta anda ditempatkan dalam satu sudut 45 darjah dengan bumper depan kereta di belakang ruang kosong.</p> <p>c) Sebaik sahaja anda telah menempatkan kereta anda dalam sudut 45 darjah tersebut sebelum itu, luruskan stereng kereta anda kedepan. Kemudian dengan perlahan memandu sekali lagi.</p>

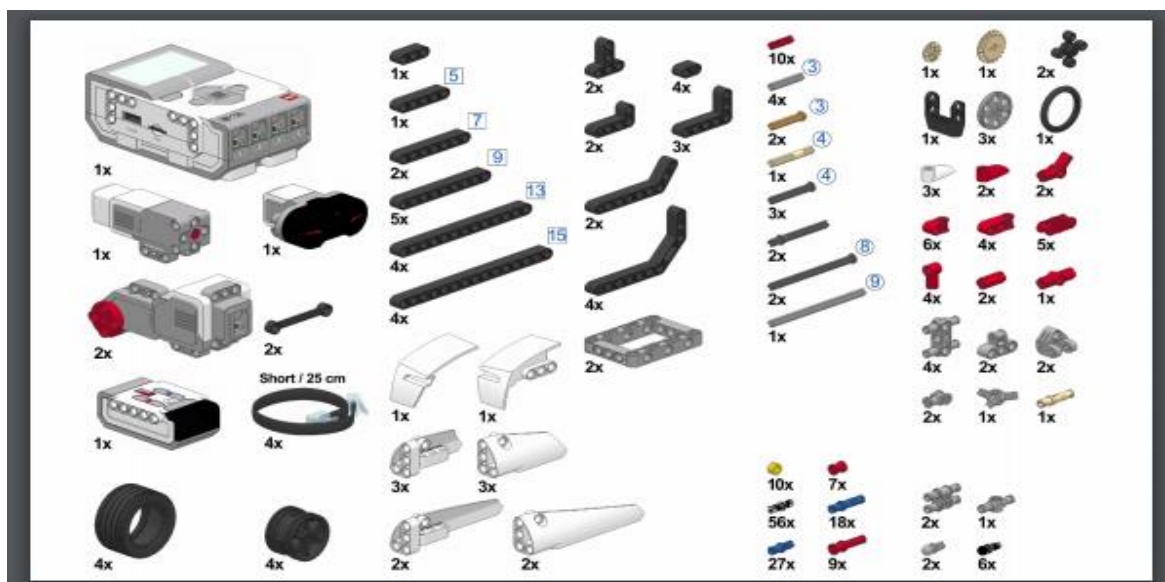
<p>2</p>		<p>a) Kenderaan boleh diberhentikan jika sudut bumper depan telah pun selaras dengan bumper belakang kereta di hadapan ruang kosong.</p> <p>b) Dengan keadaan kereta yang berhenti, memusing stereng terus ke kiri jika tempat letak kereta berada di kanan, atau terus kanan jika tempat letak kereta berada di kiri. ianya adalah untuk slot kereta anda ke dalam ruang kosong.</p> <p>c) Dengan berhati-hati memandu dan menyesuaikan seperti yang dimahukan. Anda telah berjaya membuat parking selaras dengan selamat.</p>
----------	--	---

Rajah 2.1.6 : Prosedur memarkir sesiri.

2.2 Pemilihan Bahan

2.2.1 Komponen Mindstorm EV3.0

Komponen yang dipilih haruslah bersesuaian dengan prototaip yang dibuat di mana Lego Mindstorms EV3.0 digunakan sebagai komponen untuk menyiapkan prototaip ini.



Rajah 2.1.1a: Komponen yang digunakan dalam pembinaan model kereta

Penggunaan Mindstorm EV3 seharusnya dilakukan dengan teliti kerana terdiri dari komponen – komponen yang besar dan terluau kecil.

2.2.2 Simulasi menggunakan JAVA GUI

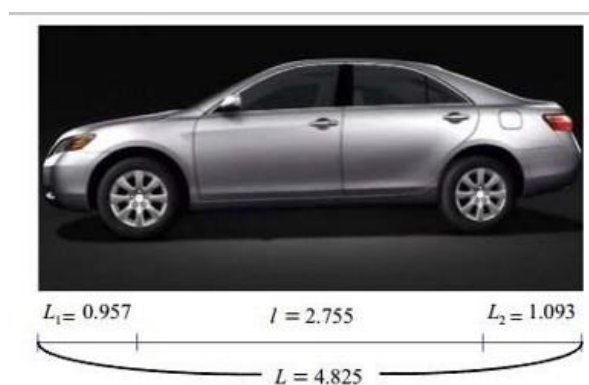
2.2.2.1 Simulasi Persediaan

Dengan menggunakan *JAVA GUI* untuk pengaturcaraan dan menggunakan *JAVA GUI* untuk menarik kedudukan setiap pergerakan kereta dalam eksperimen ini. *IDE* yang digunakan untuk *Java* adalah *Eclipse Kepler* dengan *7u55 jre* dan *8u5 jdk*. Taraf perbandingan yang digunakan adalah *Smallest Constraint Space (SCS)* (Persamaan 7) . Ia digunakan dalam banyak kajian yang terdahulu, dan ianya digunakannya di sini supaya hasilnya dapat dilihat menjadi setanding dengan keputusan yang lain. Dari *SCS* ditakrifkan sebagai:

$$\text{Smallest Constraint Space (SCS)} = \frac{\text{Length of parking spot}}{\text{Length of vehicle}} \quad (7)$$

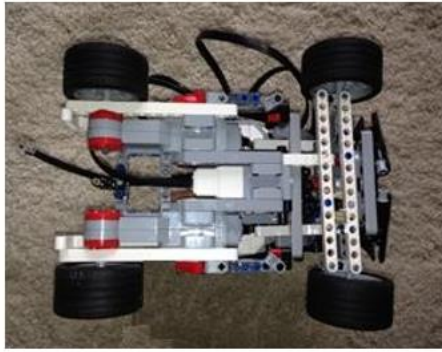
Berdasarkan persamaan 2.2.2.1 lebih kecil nilai *SCS*, lebih kurang ruang tempat parkir kereta yang diperlukan. Data yang digunakan dalam simulasi adalah berdasarkan *Toyota Camry Sedan* model 2008 dengan dimensi berikut: panjang adalah 4,825 m, lebar 1.82 m, dan panjang dari tayar hadapan ke tayar belakang yang jaraknya adalah 2,755 m. Sudut stereng maksimum adalah 45 darjah. Simulasi tersebut mengikuti bahagian kenderaan *Toyota* dan berskala berkadar supaya hasilnya boleh padat pada skrin serta simulasi yang digunakan 0.1 m sebagai jarak yang selamat.

Rajah 2.2.1a menunjukkan gambar mengenai model kereta yang ingin dicontohi. Ia adalah model kenderaan yang sama kerana ianya akan dibandingkan dengan pendekatan yang dicadangkan. Dari rajah , *l1* adalah panjang dari hadapan tayar kereta, *l* ialah panjang dari tayar hadapan ke tayar belakang. Begitu juga *l2* ialah panjang dari belakang tayar kereta belakang, dan *L* adalah jumlah panjang kenderaan.

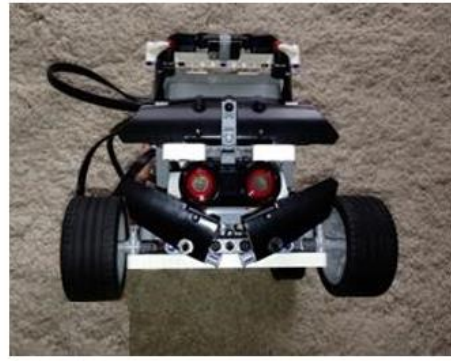


Rajah 2.2.2.1a: Set data daripada kenderaan untuk disimulasi

IDE yang digunakan untuk *Java* adalah *Eclipse Kepler* dengan *jre 7u55* dan *jdk 8u5*, dan firmware *leJos* adalah *leJOS_EV3_0.8.1-beta* untuk EV3. Rajah menunjukkan beberapa perbezaan pandangan kenderaan model EV3. Rajah 2.2.2.1b menunjukkan casis kenderaan, pandangan hadapan , belakang kenderaan, dan bahagian sebelah kanan kenderaan.



(a) Casis



(b) Pandangan Hadapan



(c) Pandangan Belakang



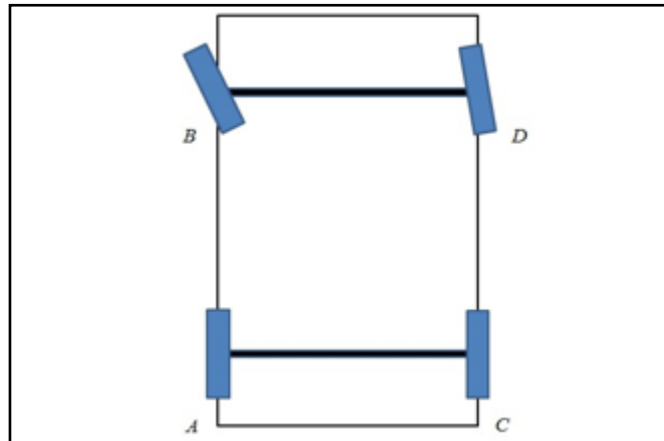
(d) Pandangan Sisi Kanan

Rajah 2.2.2.1b: Pandangan-pandangan berbeza pada kenderaan yang dipasang dari Lego Mindstorm EV3.

Model kenderaan ini selesai di cantumkan dengan menggunakan EV3 pakej asal dan pakej dibelanjakan dengan mengikuti panduan RAC3 TRUCK di laman web rasmi EV3

2.2.2.2 Penentukuran

Apabila kenderaan EV3 dibina, kenderaan jenis pacuan roda belakang dan semasa proses perubahan arahan, roda depan berubah terlalu cepat manakala roda belakang, dalam masa yang sama, tidak berhenti bergerak ke hadapan atau ke belakang, jadi sentiasa ada *side slip phenomenon*. Untuk menentukur ini, ianya perlu menambah *stop command* untuk kedua-dua motor selepas setiap gerakan. Penentukuran lain, selepas menambah arahan di atas, motor A dan motor C tidak boleh berhenti pada masa yang sama dan menjadikan roda beralih lebih sudut daripada yang diharapkan.



Rajah 2.2.2.2: Motor daripada EV3

Dari Rajah 2.2.2.2, motor A dan motor C adalah motor roda belakang jadi jika motor A berhenti pertama dan motor C terus bergerak atau motor C berhenti dahulu dan motor A terus bergerak, motor B dan motor D masih menempatkan roda sepadan dalam sudut berubah, supaya kenderaan itu masih bergerak apabila ia sepatutnya berhenti. Dalam keadaan ini, ia akan memberi kesan kepada pergerakan dalam semua langkah berikut dan boleh membawa kenderaan untuk melanggar dinding atau objek lain. Akhirnya penentukuran adalah roda. Kedua-dua roda mempunyai sekitar 10 darjah sudut ke kiri bawah dalam keadaan semula jadi, dengan itu tambahan 10 darjah ke kanan.

3.0 DAPATAN KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

3.1 Panjang Tempat Parkir Kenderaan

Jadual 3.1 menunjukkan data rujukan piawai bagi ruang *smallest constraint space* (SCS) berbanding panjang tempat pemarkiran kereta. Pecubaan yang dilakukan tiga kali untuk setiap SCS.

Eksperimen ini dianggap berjaya jika dalam dua daripada tiga eksperimen, EV3 tidak melanggar dinding dan keluar dari tempat letak kereta dengan berjaya tanpa sebarang pelanggaran. Jika tidak, ia dianggap gagal.

Jadual 3.1a: Smallest constraint space dalam data EV3 MINDSTORM

SCS	Length of parking spot (cm)
2.0	45
1.5	38
1.35	30
1.2	27.8

Selepas eksperimen dijalankan , dapatan keputusan adalah hasilnya adalah seperti di jadual 3.1b di bawah .

Jadual 3.1b: Keputusan perbezaan parkir kereta Smallest Constraint Spaces dengan menggunakan lego EV3

SCS	Panjang Tempat Parkir Kereta (PTP)	Cadangan Pendekatan	Catatan
2.0	45	√	
1.5	38	√	
1.35	30	√	
1.2	27.8	X	Pelanggaran kecil

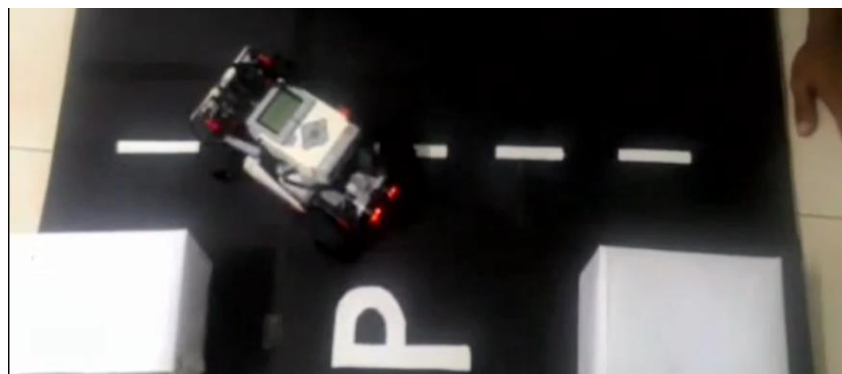
Dari Jadual 3.1b menunjukkan bahawa walaupun panjang tempat parkir kereta menjadi lebih padat, pendekatan yang dicadangkan masih mampu menyelesaikan beberapa proses parkir kereta. Walau bagaimanapun, ianya dapat dilihat bahawa dalam beberapa pergerakan, *EV3* melanggar sedikit dinding.

3.2 Pergerakan Pemakiran Selari Kenderaan

Berikut adalah beberapa gambar ujian yang dijalankan. Dalam gambar tersebut, garis merah mewakili dinding atau objek lain sekiranya kereta tersebut tidak seharusnya dilanggar. Pembaris di sebelah kanan gambar menunjukkan panjang tempat parkir kereta.

3.2.1 Pergerakan Masuk Pemakiran pada PTP adalah 45cm.

Kereta itu boleh diletakkan di tempat parkir kereta yang hanya dalam satu pergerakan tanpa apa-apa pelanggaran seperti yang ditunjukkan rajah 3.2.1 di bawah.



Rajah 3.2.1 : Pengujian masuk parkir pada PTP 45cm

3.2.2 Pergerakan Masuk Pemakiran pada PTP adalah 38cm.

Pergerakan yang diperlukan untuk menyelesaikan proses parkir kereta seperti yang ditunjukkan dalam rajah 3.2.2 di bawah . Dalam situasi ini, ianya dapat dilihat bahawa beberapa pergerakan, di hujung bahagian belakang kereta tidak terlalu rapat dengan dinding.



Rajah 3.2.2: Pengujian masuk parkir pada PTP 38 cm

3.2.3 Pergerakan Masuk Pemakiran pada PTP adalah 30cm.

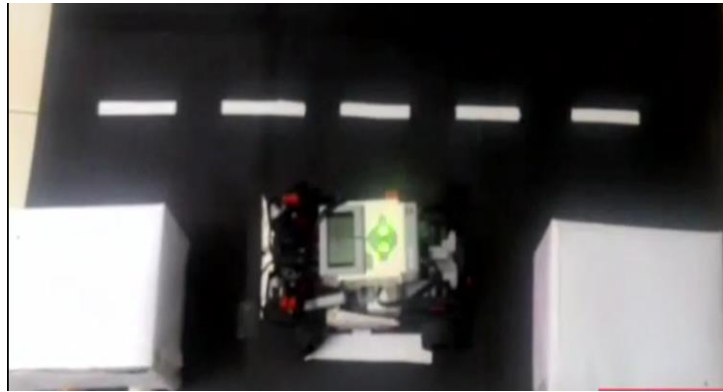
Kereta itu boleh diletakkan di tempat parkir kereta dalam beberapa pergerakan yang agak lama tanpa apa-apa pelanggaran seperti yang ditunjukkan rajah 3.2.3 di bawah.



Rajah 3.2.3: Pengujian masuk parkir pada PTP 30 cm

3.2.4 Pergerakan Masuk Pemakiran pada PTP adalah 27.8cm.

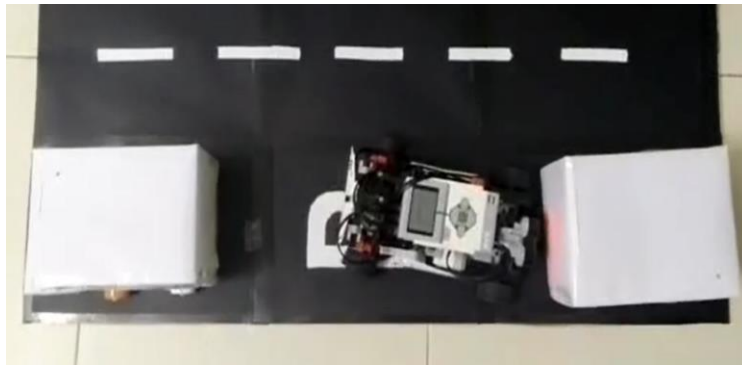
Apabila panjang tempat parkir kereta adalah 27.8cm, kereta itu mengambil masa yang agak lama untuk bergerak bagi proses parkir kereta.



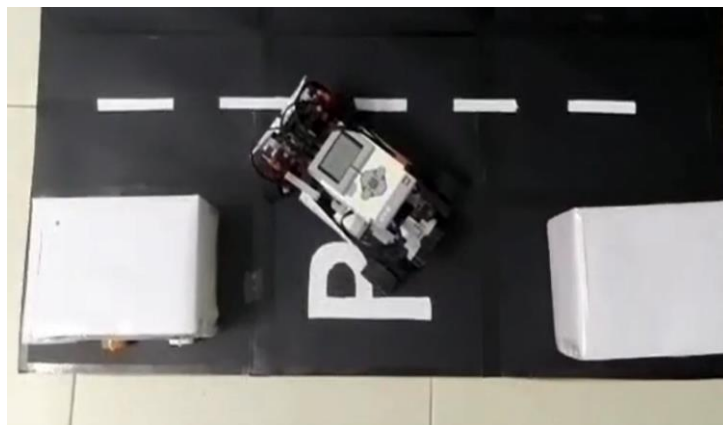
Rajah 3.2.5: Pengujian masuk parkir pada PTP 27.8 cm

3.2.5 Pergerakan Keluar Pemakiran

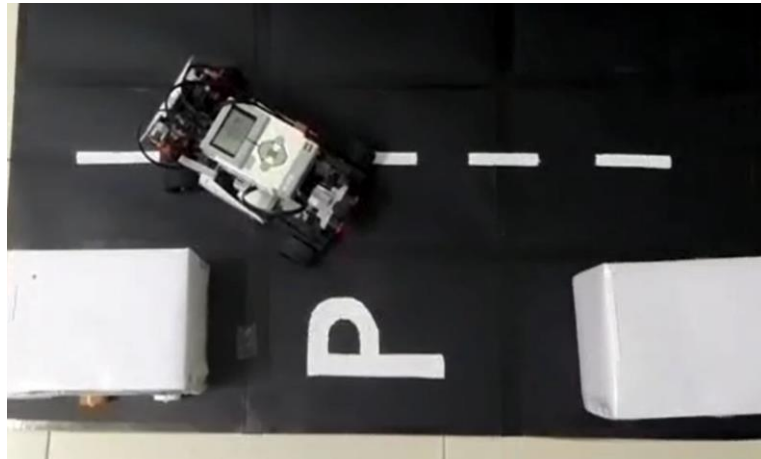
Dalam rajah 3.2.5a , 3.2.5b dan 3.2.5c dibawah menunjukkan kenderaan akan keluar mengikut pada jarak tertentu untuk terus keluar bagi memudahkan pengguna mengeluarkan kereta secara automatik. Terdapat jarak yang sedikit di bahagian belakang kereta.



Rajah 3.2.5a: Pengujian keluar parkir pada langkah pertama



Rajah 3.2.5b: Pengujian parkir keluar pada langkah kedua



Rajah 3.2.5c: Pengujian parkir keluar pada langkah ketiga

Berdasarkan rajah di atas, jarak antara kenderaan yang berada di sebelah kiri sangat jauh dan boleh di keluar secara terus dengan mudah secara automatik.

4.0 PERBINCANGAN DAPATAN

Berdasarkan kepada dapatan pengujian jelas menunjukkan bahawa panjang tempat parking (PTP) pada jarak 45 , 38 dan 30 cm tidak memberi masalah semasa proses masuk dan keluar parkir. Dari ujikaji juga menunjukkan panjang tempat parkir 27.8 cm mengalami sedikit pelanggaran disebabkan meletakkan kenderaan ke ruang parkir kereta yang padat. Penambahbaikan terhadap pelanggaran ini dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan geometri yang memerlukan sedikit sensor serta maklumat diperlukan dalam pendekatan ini adalah jenis sensor serta panjang dan lebar tempat parkir kereta. Semua pengiraan adalah berdasarkan kepada saiz tempat parkir kereta dan saiz kenderaan yang digunakan sebagai rujukan.

Berbanding dengan pendekatan sebelumnya, pendekatan berasaskan perancangan ini berpotensi menjimatkan ruang tempat memarkir kereta sehingga 17.6%, pendekatan ini membolehkan lebih banyak kenderaan boleh diletakkan. Walau bagaimana pun, beberapa kajian terdahulu boleh membuat proses parkir kereta sebagai tempat parkir kenderaan 'one-step', tetapi keperluan untuk ruang yang lebih besar. Gabungan pendekatan sebelumnya dan pendekatan yang dicadangkan itu akan membantu mempromosikan kecekapan tentang tempat parkir kereta automatik.

Dalam eksperimen, berbanding dengan kajian sebelum ini, kaedah yang dicadangkan disimpan sehingga tempat parkir kereta 17.6% dalam simulasi. Apabila kaedah yang dicadangkan dilaksanakan pada robot *LEGO EV3*, kita dapat lihat ia juga berfungsi dengan baik serta menjimatkan masa. Walau bagaimanapun, sesetengah pelanggaran terjadi kerana ada beberapa batasan terhadap binaan *Lego EV3* yang digunakan dalam eksperimen ini.

5.0 KESIMPULAN

Gabungan pendekatan berasaskan kemahiran atau pendekatan berasaskan perancangan akan memperluaskan had panjang tempat parkir kereta selari pada masa hadapan. Apatah lagi, jika prestasi tepat boleh terus dapat dan ianya lebih baik, kaedah ini akan membantu untuk menyediakan pengalaman yang lebih baik di tempat parkir kereta selari automatik untuk semua pemandu dan juga akan membantu untuk menjimatkan dan menyediakan lebih banyak ruang untuk memakir di kawasan bandar besar. Penyelidikan tentang cara untuk menjaga jarak yang selamat sesuai untuk pendekatan ini juga merupakan tugas yang lebih lanjut dan kajian bernilai pada masa hadapan.

6.0 PENGHARGAAN

Dedikasi penghargaan ini ditujukan kepada Tuah' Ammar bin Tuah , Ahmad Razi bin Ramlan , Muhammad Zulhilman bin Noraini ,Amirul bin Ahmad Ridzuan serta semua yang membantu secara langsung dan tidak langsung menyiapkan penyelidikan ini.

7.0 RUJUKAN

H.W.Heinrich, C. Petersen, (1980) '*Industrial Accident Prevention: A safety Management Approach*' McGraw-Hill, Technology & Engineering

Panduan Pembelajaran Kurikulum Pendidikan Pemandu, (2001) Jabatan Pengangkutan Jalan, / 32

WEBSITES

<https://ww.vauxhall.co.uk/about-vauxhall/careers/awards/britain-s-top-employer.html>

<https://www.miros.gov.my/1/page.php?id=17>

<https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/pdfPrev&id>.

<https://www.mot.gov.my/>

<https://www.researchgate.net/publication/265582214>

https://www.researchgate.net/publication/281812528_Development_of_automated_parallel_parkingsystem_in_small_mobile_vehicle

<https://www.lego.com/en-us/mindstorms>

<https://lejos.sourceforge.io/forum/viewtopic.php?f=18&t=4712>

<https://pdfs.semanticscholar.org/9fdf/d2ef4f0a0bacc772a8de7fc1f1e4b194ad5e.pdf>

<https://www.scribd.com/document/54664530/Autonomous-Parallel-Parking-Car>

<https://www.utusan.com.my/.../kematian-akibat-kemalangan-jalan-roya-Malaysia>

https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/en/

<https://pandulaju.com.my/apanakbuat-cara-parkir-sisi-dengan-mudah-dan-sempurna-setiap-masa/>

<https://pandulaju.com.my/sistem-keselamatan-kereta-siri-1-bantuan-parkir-dan-lalulintas/>

<https://pandulaju.com.my/sistem-keselamatan-kereta-siri-2-teknologi-keselamatan-perlanggaran/>

<https://blogsekolahmemandu.wordpress.com/2010/12/12/meletakkan-kenderaan-secara-membelok-side-parking/>

<https://www.sdacford.com.my/bm/teknologi/bantuan-parkir-aktif>