

PENGGUNAAN PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) SEBAGAI PENENTUAN JUMLAH KENDARAAN SECARA OTOMATIS PADA AREA PARKIR

Marceau A.F. Haurissa*

Abstract

Area parkir dengan memiliki lokasi parkir yang besar, terutama lokasi parkir dengan dua pintu masuk dan keluar yang berjauhan seperti pada bangunan besar yang menggunakan ruang bawah tanah atau lantai tertentu sebagai area parkir, akan sulit mengatasi sistem parkir jika hanya mengandalkan petugas parkir secara manual. Pemantauan sambil melakukan perhitungan jumlah kendaraan secara manual pada lokasi yang demikian dapat menghambat bahkan dapat membuat kemacetan dalam lokasi parkir. Masalah tersebut diakibatkan proses perhitungan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar tidak maksimal dan karena tidak adanya informasi awal kondisi parkir bagi pengguna jasa parkir. Riset ini dilakukan dengan membuat prototipe area parkir yang dikendalikan oleh sebuah PLC secara otomatis sehingga dapat menghitung jumlah kendaraan yang masuk maupun keluar area parkir. Variabel dalam riset ini adalah jumlah kendaraan yang sedang parkir terhadap kapasitas parkir dan kendaraan yang hendak masuk dan keluar. PLC akan melakukan perhitungan dengan menambahkan angka 1 ketika kendaraan masuk saat menyentu sensor pintu masuk dan melakukan pengurangan 1 ketika kendaraan keluar area parkir. Sebelumnya PLC diprogram untuk kapasitas area parkir. Hasil proses perhitungan kendaraan yang masuk atau keluar yang tersimpan pada lokasi memori HR000 kemudian dibandingkan dengan angka kapasitas penampungan area parkir (#0004, angka ini menunjukkan bahwa daya tampung adalah 4 kendaraan, angka acuan dalam penelitian). Jika data sama, maka parkir dianggap penuh. Untuk aplikasi dengan kapasitas besar, angka pembanding pada fungsi CMP(20) dirubah ke angka yang lebih besar (misalnya #0020, data ini menunjukkan kapasitas parkir 20 kendaraan).

Kata Kunci : *PLC, Kapasitas Parkir, Jumlah Kendaraan, Kontrol Otomatis*

I. PENDAHULUAN

Sebuah area parkir sangat dibutuhkan terutama pada tempat-tempat publik seperti perkantoran, perhotelan, bandar udara, pusat perbelanjaan (plaza/mall), tempat rekreasi, dll. Terkadang pada area parkir tersebut sering terjadi kekeliruan dari setiap pengguna jasa parkir, yang selalu menganggap area parkir tersebut masih kosong. Anggapan ini terjadi, disebabkan oleh karena kurangnya informasi parkir yang dapat diberikan secara otomatis bagi pengguna jasa parkir tersebut. Persoalan yang sama juga menyebabkan pengguna jasa parkir selalu terjebak dalam lokasi parkir dan harus memutar kembali kendaraan tersebut untuk keluar dan mencari lokasi parkir yang lainnya.

Kebanyakan area parkir masih menggunakan sistem konvensional yaitu melalui *security* atau petugas parkir yang telah ditentukan di lokasi masing-masing area parkir. Jika area parkir memiliki lokasi parkir yang kecil mungkin tidak bermasalah, akan tetapi bagi area parkir yang besar seperti pada lokasi rekreasi, pusat perbelanjaan, bandar udara, perhotelan, dll., untuk area parkir pada tempat-

tempat tersebut, tidak dapat hanya dikendalikan oleh petugas parkir saja, karena jumlah kendaraan yang hendak parkir dan keluar sangat banyak dan tidak menentu waktunya. Disamping itu ada juga area parkir yang dirancang memiliki pintu masuk dan pintu keluar yang berbeda lokasi, sehingga proses pemantauan kendaraan yang hendak parkir, jumlah kendaraan yang sementara parkir dan yang keluar sangat sulit dilakukan secara manual. Jika dipantau secara manual dapat membingungkan para petugas, dengan demikian diperlukan suatu informasi parkir secara otomatis, sehingga sangat berguna bagi pengguna jasa parkir tersebut. Sebab dengan informasi tersebut, setiap pengguna jasa parkir akan tahu bahwa area parkir masih kosong atau telah penuh.

Riset ini dilakukan dalam bentuk eksperimen dengan menggunakan sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) dengan kapasitas yang kecil tetapi mampu mengerjakan pekerjaan kontrol otomatis untuk mendeteksi dan melakukan perhitungan-perhitungan yang akurat. PLC itu sendiri adalah merupakan suatu alat kendali yang dapat diprogram sesuai kebutuhan sistem kontrol.

* *Marceau.A.F.Haurissa, Dosen Jurusan Elektro Politeknik Negeri Ambon.*

Penggunaan PLC dapat mengetahui berapa besar jumlah kendaraan yang telah parkir dan jumlah kendaraan yang masuk maupun yang keluar. Dengan demikian jika alat ini diprogramkan dengan baik, maka PLC dapat digunakan untuk menentukan apakah sebuah area parkir masih kosong atau telah penuh. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut sebuah PLC mampu memberikan sebuah informasi yang akurat kepada pengguna jasa parkir.

II. BAHAN

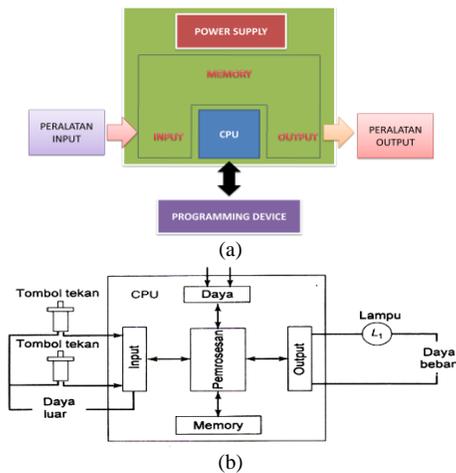
Penentuan jumlah kendaraan pada area parkir ini menggunakan beberapa komponen pendukung seperti :

- Perangkat PLC tipe CPM2A.
- Software syswin 3,4 atau CX-Programmer ver 6,1.
- Perangkat layout parkir didisain menggunakan bahan-bahan bangunan seperti tripleks, dll.
- Beberapa komponen sensor dan elektronika.

III. KAJIAN PUSTAKA

PLC (Programmable Logic Controller)

PLC adalah suatu alat pengendali (kontrol) terprogram berbasis mikroprosesor atau mikro-kontroler dengan memanfaatkan memori sebagai tempat pengolahan program dan data, yang bekerja berdasarkan fungsi logika dan mampu melakukan fungsi aritmatika yang relatif kompleks.



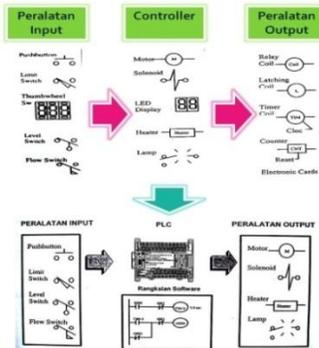
Gambar 1. Blok diagram perangkat keras PLC

Prinsip kerja PLC

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan *input* luar atau "*Input Device*", seperti yang dijelaskan pada gambar 2.

Peralatan *input* dapat berupa sakelar, tombol tekan, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan *input* ini berupa sinyal-sinyal analog. Oleh

modul *input* sinyal-sinyal yang masuk akan diubah menjadi sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit pemroses pusat atau "*Centrall Processing Unit*" (CPU) yang ada didalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya.



Gambar 2. Diagram block prinsip kerja PLC

Selanjutnya, CPU akan mengambil keputusan-keputusan tersebut akan dipindahkan ke modul *output* masih dalam bentuk digital. Oleh modul *output* sinyal-sinyal ini akan diubah kembali menjadi sinyal-sinyal analog. Sinyal-sinyal analog inilah yang nantinya akan menggerakkan peralatan *output*.

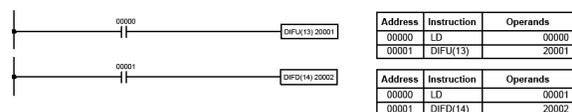
Instruksi Dasar Pemograman

PLC memiliki instruksi-instruksi dasar yang perlu diketahui karena dalam penggambaran ladder instruksi dasar ini selalu digunakan, seperti : LOAD(LD), LOAD NOT (LD NOT), AND-AND NOT, OR-OR NOT, *OUTPUT-OUTPUT* NOT, END. Selain instruksi-instruksi dasar PLC juga memiliki instruksi gabungan AND LD DAN OR LD. Instruksi gabungan merupakan suatu instruksi yang menggunakan 2 buah instruksi dasar yang menggabungkan 2 blok rangkaian dalam program dengan menggunakan AND LD atau OR LD.

Fungsi DIFU(13) dan DIFD(14)

Intruksi DIFU dan DIFD digunakan untuk meng-ON-kan bit operan hanya satu siklus saja atau dengan kata lain hanya sesaat saja. Instruksi DIFU digunakan untuk meng-ON-kan bit operan sesaat saja (hanya satu siklus) saat terjadi transisi kondisi eksekusi dari OFF ke ON. Sedangkan instruksi DIFD digunakan untuk tujuan yang sama dengan DIFU, hanya saja untuk saat terjadi transisi kondisi eksekusi dari ON ke OFF.

Fungsi DIFU/DIFD mempunyai daerah kerja seperti IR (*Internal Relai*), yaitu antara 00000 – 24615.



Gambar 3. Ladder instruksi DIFU-DIFD

Apabila dieksekusi. DIFU (13) akan membandingkan kondisi eksekusi saat ini dengan eksekusi sebelumnya. Jika kondisi eksekusi sebelumnya OFF dan saat ini adalah ON maka, DIFU (13) akan meng-ON-kan bit dari operandnya. Kemudian jika kondisi eksekusi sebelumnya adalah ON dan kondisi saat ini adalah entah ON atau OFF. Dengan demikian bit operand tidak akan ON lebih dari satu waktu scan (bit operand akan ON seperti pulsa).

Dengan eksekusi sebelumnya. Jika kondisi eksekusi sebelumnya ON dan saat ini adalah OFF maka, DIFU(13) akan meng-ON-kan bit dari operandnya. Kemudian jika kondisi eksekusi sebelumnya adalah OFF dan kondisi saat ini adalah entah ON atau OFF maka, di DIFD(14) akan meng-OFF-kan bit operand atau tetap OFF. Dengan bit operand tidak akan ON lebih lebih dari satu waktu scan (bit operand akan ON seperti pulsa).

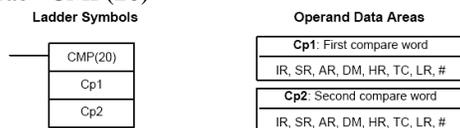
SR (Spesial Relai) Area

SR area terdiri dari bendera-bendera dan kontrol bit yang digunakan untuk memonitor operasi PC. Mengakses waktu pulsa dan memberikan tanda kesalahan. SR area dialamatkan untuk jarak dari 247 sampai 255, dialamatkan untuk 247.00 sampai 255.15.

Menurut tabel daftar fungsi SR area flag (bendera) dan kontrol bit. Banyak bit ini digambarkan dalam banyak bagian sesuai tabel. Uraian ini mengatur alamat bit. Kecuali yang sistem bitnya adalah sama-sama golongan pertama. Jika tidak mendapatkan cara lain flag (bendera) hilang sampai kondisi sama seperti semula, ketika dinyalakan bit awalnya akan off untuk angka dimulai seperti semula. Kontrol bit yang lain off sampai menyampingkan pemakaian.

Perbandingan Data

Bagian ini menggambarkan perintah yang digunakan untuk membandingkan data. CMP(20) digunakan untuk membandingkan isi untuk dua kata. Compare –CMP(20)



Gambar 4. Simbol Compare – CMP (20)

Pembatasan :

Ketika perbandingan nilai untuk PV dari perhitungan, nilai harus menjadi BCD

Uraian :

Ketika kondisi pelaksanaan OFF, CMP(20) tidak terlaksana. Ketika kondisi pelaksanaan ON, CMP(20) membandingkan Cp1 dan Cp2 dan output hasil untuk GR, EQ, dan LE bendera (flags) dalam SR.

Pencegahan :

Menempatkan instruksi yang lain dari CMP(20) dan operasi yang mengakses EQ, LE, dan bendera (flag) GR boleh ditukar status bendera (flag) tertentu untuk diakses sebelum status ingin ditukar.

Bendera (flag) :

ER : Pengalamatan DM tak langsung adalah tidak asisten (muatan dari DM bukan BCD atau DM yang melebihi tapal batas).

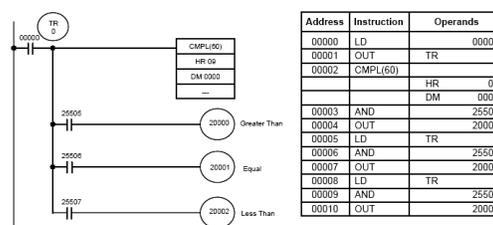
EQ : ON jika Cp1 sama dengan Sp2

LE : ON jika Cp 1 lebih kecil dari Cp 2

GR : ON Cp 1 lebih besar dari Cp2.

Penghematan menggunakan instruksi CMP(20)

Berdasarkan contoh yang ditunjuk bagaimana untuk menghemat persamaan/perbandingan hasil dengan segera. Jika muatan dari HR 09 adalah lebih besar dari 010, 002.00 dinyalakan. Jika dua muatan adalah sama, 002.01 dinyalakan jika muatan HR 09 adalah lebih kecil dari 010, 002.02 dinyalakan. Dalam beberapa pemakaian hanya satu dari tiga keluaran yang akan dibutuhkan, membuat penggunaan TR0 tidak dibutuhkan. Dengan tipe program dari 002.00,0201 dan 00202 adalah ditukar hanay ketika CMP tidak terlaksana.



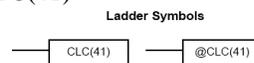
Gambar 5. Ladder diagram instruksi compare dgn kontak khusus

Meperoleh Indikasi Selama Waktu Operasi

Berdasarkan contoh penggunaan TIM, CMP(20), LE flag (255.07) untuk menghasilkan output dalam waktu yang nyata dalam waktu perhitungan. Pengatur waktu dimulai dengan memasang 000.00. ketika 000.00 OFF, TIM 010 dipasang lagi. Dan bagian kedua CMP(20) tidak akan terlaksana. Output 00200 adalah penghasil setelah 100 detik, output 002.01, setelah 200 detik ; output 002.02, 300 detik output, 002.04, setelah 500 detik.

Struktur percabangan dari diagram sangat penting sehingga menjamin 002.00, 002.01, dan 002.02 sepatutnya terkontrol dalam perhitungan waktu.

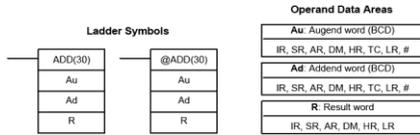
Cear Carry – STC(41)



Gambar 6. Simbol Clear Carry

Ketika keadaan pelaksanaan OFF, CLC(41) tidak terlaksana. Ketika keadaan pelaksanaan ON, CLC(41) menghentikan CY (SR 255.04).

BCD ADD – ADD(30)



Gambar 7. Simbol BCD ADD-ADD(30)

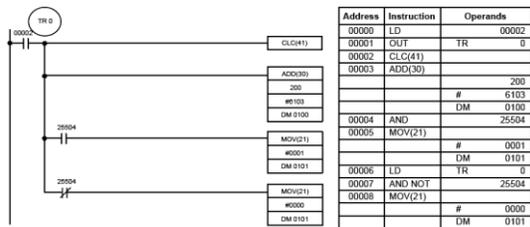
Ketika keadaan pelaksanaan OFF, ADD(30) tidak terlaksana. Ketika kondisi pelaksanaan ON, ADD(30) muatannya bertambah dari Au, Ad dan Cy dan hasilnya ditempatkan pada R. CY akan menjadi hasil yang lebih besar dari 9999.

$$[Au] + [Ad] + [CY] \rightarrow [CY] [R]$$

ER : Au/Ad adalah bukan BCD
 Tak langsung DM adalah tidak esisten (muatan DM adalah bukan BCD, atau tapal batas DM).

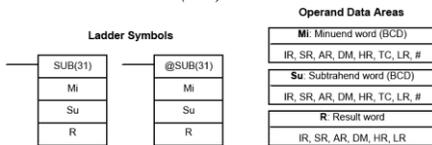
CY : ON ketika membawa hasil.
 EQ : ON ketika hasil 0.

Jika 000.02 ON, program menuliskan sesuai dengan diagram jelas CY dengan CLC(41), menambahkan muatan dari LR 25 untuk muatan (6103), tempat hasil dalam DM 0100, dan dipindahkan salah satu dari semua nol atau 0001 dalam DM 0101 tergantung status dari CY (255.04). Ini dibawah dari hasil angka terakhir.



Gambar 8. Ladder diagram Inst. BCD ADD – ADD(30)

BCD SUBTRACT – SUB(31)



Gambar 9. Diagram Simbol BCD SUB (31)

Ketika waktu pelaksanaan off, SUB(31) tidak terlaksana. Ketika keadaan on, SUB(31) mengurangi muatan dari SU dan CY dari Mi, dan hasilnya dalam R. Jika hasil negatif, CY adalah set dan 10's pembantu dari hasil yang nyata dalam R. Mengubah 10's pembantu dari nilai untuk hasil yang benar, pengurangan muatan dari R dari nol (lihat contoh berikut).

$$[Mi] - [Su] - [CY] \rightarrow [CY] [R]$$

ER : Mi dan atau Su adalah bukan BCD
 Tak langsung DM tidak esisten (muatan * DM bukan BCD, atau tapal batas DM).

CY : ON ketika hasil negatif, i.e, ketika Mi kurang dari Su plus SY.
 EQ : ON ketika hasil nol

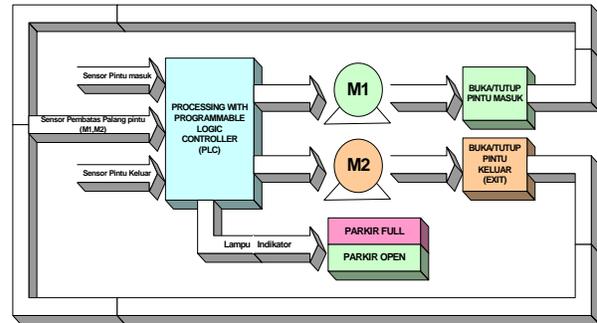
IV.METODE

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen Laboratorium dimana Riset dengan membuat prototipe area parkir yang dikendalikan oleh sebuah PLC secara otomatis sehingga dapat menghitung jumlah kendaraan yang masuk maupun keluar pada suatu area parkir.

Variabel dalam riset ini adalah jumlah kendaraan yang sedang parkir terhadap kapasitas parkir dan kendaraan yang masuk dan keluar.

Rancangan Penelitian

Riset diawali dengan persiapan alat bahan disertai kajian pustaka tentang pemrograman PLC. Langkah selanjutnya adalah proses disain alat prototipe area parkir dan sistim kontrol menggunakan PLC sesuai diagram blok dalam gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Diagram blok sistim kontrol area parkirBerbasis PLC.

Agar PLC dapat mengetahui jumlah kendaraan yang parkir pada area parkir, maka pada pintu masuk dan pintu keluar area parkir akan ditempatkan sensor. Kemudian selain sensor juga ditempat dua buah motor untuk menggerakkan palang pintu masuk dan palang pintu keluar. PLC akan melakukan perhitungan dengan menambahkan angka 1 ketika kendaraan masuk dan menyentu sensor pintu masuk. Namun sebelumnya PLC akan diprogram untuk kapasitas area parkir. Sehingga dengan penjumlahan 1 PLC akan mengetahui bahwa area parkir telah penuh atau belum. Sebaliknya ketika kendaraan keluar dan menyentu sensor pintu keluar, PLC akan

Marceau A.F. Haurissa; Penggu
 Sebagai Penentuan Jumlah K

Disain Eksperimen

Disain pengujian yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengujian PLC (pada lokasi memori *Holding Relay (HR)*) saat melakukan perhitungan kendaraan yang masuk maupun kendaraan yang keluar. Dalam eksperimen ini ditentukan kapasitas penampungan area parkir adalah 4 kendaraan. Penentuan 4 kendaraan ini dimaksudkan agar memenuhi variabel terikat dalam penelitian ini dan memudahkan dalam proses eksperimen.

Dalam eksperimen ini dilakukan pengujian terhadap kemampuan baca data kendaraan yang masuk dan keluar, serta kemampuan PLC dalam memproses data tersebut. Hasil data dapat dipantau pada alamat memori HR000 dari PLC. Sehingga PLC dapat mengetahui jumlah kendaraan yang telah parkir.

Perkiraan Hasil Akhir Penelitian

Hasil akhir dari penelitian ini adalah ketepatan pengolahan data kendaraan yang masuk dan keluar, dimana dengan menggunakan PLC sistem parkir otomatis ini dapat menentukan status arela parkir dalam kondisi penuh atau dalam kondisi kosong. Informasi tersebut kemudian ditampilkan kepada pengguna jasa parkir, sehingga pengguna jasa parkir mengetahui apakah area parkir masih kosong atau telah penuh.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Parkir Otomatis

Perancangan kontrol otomatis sistem parkir menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* sebagai alat kendali terprogram yang dapat menggerakkan motor M1 dan M2 untuk membuka dan menutup palang pintu masuk maupun palang pintu keluar. Selain itu PLC berfungsi untuk melakukan pengecekan ketika kendaran masuk maupun keluar. Sehingga kapasitas penampungan sistem parkir dapat diketahui oleh PLC tersebut.

Cara kerja sistem parkir otomatis ini dapat dilihat dalam diagram blok pada gambar 10. PLC akan menggerakkan motor M1 dan M2 apabila telah mendapat sinyal dan sensor pintu masuk dan sensor pintu keluar. Motor akan bekerja untuk membuka pintu maupun menutup pintu masuk atau pintu keluar. Sehingga PLC juga akan mendapat sinyal ketika palang pintu berada pada posisi terbuka maupun tertutup melalui sensor pembatas palang pintu masuk maupun sensor palang pintu keluar.

Pada bagian indikator *parking full* dan parkir open adalah merupakan suatu indikasi bahwa area parkir dalam kondisi kosong (*open*) atau dalam kondisi penuh (*parking full*). PLC secara otomatis melakukan

perhitungan jumlah kendaraan yang masuk maupun yang keluar, sehingga dapat mengetahui jumlah kendaraan yang telah tertampung pada area parkir tersebut. Jika parkir penuh, maka indikator *parking full* akan menyala, sehingga bagi kendaraan yang hendak memarkir kendaraan, dapat mengetahui secara langsung bahwa area parkir tersebut telah penuh. Indikator ini ditempatkan pada bagian depan pintu masuk parkir, dengan tujuan agar setiap pengguna jasa parkir dapat mengetahui apakah area parkir dalam kondisi kosong atau penuh.

PLC melakukan perhitungan kendaraan yang masuk maupun yang keluar berdasarkan sinyal dari detektor pintu masuk dan sinyal detektor pintu keluar. Jika area parkir penuh, maka secara otomatis pintu masuk pada area parkir tersebut terkunci (tertutup) walaupun ada kendaraan yang terdeski oleh sensor pintu masuk. Pada kondisi ini pintu keluar tetap dalam kondisi siaga, sehingga jika kendaraan yang berada dalam area parkir hendak keluar, maka PLC akan menggerakkan motor M2 untuk membuka pintu keluar setelah mendapat sinyal dari sensor pintu keluar.

Sistem Sensor

Sistem parkir dan perancangan Sensor pada area parkir diperlihatkan dalam gambar 11. Pada area parkir terdapat beberapa buah sensor dengan fungsinya masing-masing, diantaranya 7 buah limit switch dan 2 buah tombol tekan serta 1 buah sensor card (LS_1, LS_2, LS_3, LS_4, LS_5, LS_6, LS_7, PB_1, PB_2 dan ID_card). Pada pintu masuk terdapat sensor 2 berupa limit switch (LS_1). Sensor tersebut berfungsi untuk membuka palang pintu masuk. Sensor 4 (Ls_2) ditempatkan setelah palang pintu masuk dengan tujuan untuk menutup palang pintu setelah mobil melewatinya. Sensor 4 (Ls_2) ini sekaligus berfungsi sebagai pemberi sinyal hitungan jumlah kendaran yang telah berada dalam area parkir ke PLC. Sensor 3 pada layout area parkir dalam gambar 11 sebenarnya terdapat dua buah sensor yang terpisah yaitu sensor Ls_4 dan Ls_5. Masing-masing berfungsi sebagai sensor pembatas palang pintu masuk saat motor M1 putar kiri atau putar kanan.



665 Jurnal TEKNOLOGI, Volume 6 Nomor 2, 2009; 660 -670

Keterangan Gambar :

1. Pos penjagaan sekaligus tempat panel pengendali ditempatkan tombol tekan sistem On/Off dan tombol riset (PB_1, PB_2)
2. Sensor untuk membuka palang parkir (Ls_1)
3. Palang parkir (pintu masuk), (Ls_4, Ls_5)
4. Sensor untuk menutup palang parkir (Ls_2)
5. Kunci pembuka palang parkir (menggunakan kartu), (ID_Card)
6. Palang parkir (pintu keluar), (Ls_6, Ls_7)
7. Sensor untuk menutup palang parkir (Ls_3)

Pada pintu keluar dipasang satu buah sensor 5 (bisa berupa *ID_card detector*) untuk membuka palang pintu keluar. Sensor tersebut dapat aktif apabila menggunakan kartu identitas khusus dan setelah dimasukan pada tepatnya, maka sensor *ID_card* akan berfungsi menghasilkan logika ke PLC. Kemudian PLC berproses untuk membuka palang pintu keluar. Sensor ini juga berfungsi memberikan sinyal ke PLC untuk melakukan pengurangan jumlah mobil yang terdapat dalam area parkir tersebut. Sensor 7 berupa *limit switch* (LS 3) ditempatkan setelah keluaran dari palang pintu keluar dengan tujuan untuk menutup palang pintu keluar tersebut setelah mobil keluar dan melewatinya. Untuk membatasi putaran motor penggerak buka/tutup palang pintu parkir keluar, maka dipasang sensor 6, dimana pada sensor ini terdapat dua buah sensor pembatas putaran motor M2 berupa *limit switch* (Ls_6 dan Ls_7), apabila palang pintu keluar terbuka maupun tertutup.

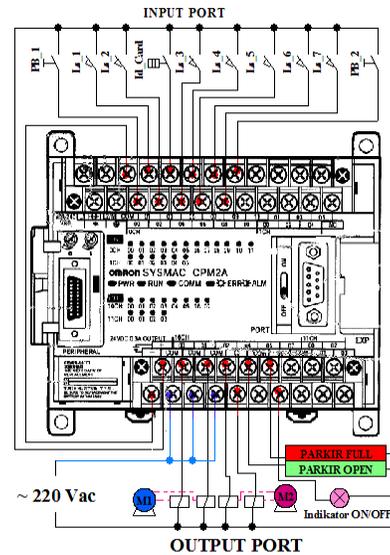
Selain sensor yang ditempatkan pada area parkir, juga ditempatkan beberapa push button (PB_1 dan PB_2) dengan tujuan untuk melakukan penguncian sistem atau menjalankan sistem (On/OFF) dan sistem riset bit jika terjadi kesalahan data perhitungan oleh PLC.

Instalasi Kontrol Dengan PLC

Tabel 1. Data I/O Device

Ch/Bit	Input Device
000.00	Emergency (PB_1)
000.01	Sensor membuka pintu masuk (motor putar kiri), (Ls_1)
000.02	Sensor tutup pintu masuk (motor putar kanan), (Ls_2)
000.03	Sensor buka pintu palang keluar (Motor putar kanan) (<i>ID_Card</i>)
000.04	Sensor tutup pintu keluar (motor putar kiri), (Ls_3)
000.05	Sensor motor (M1) Putar kiri, (Ls_4)
000.06	Sensor Motor (M1) Putar kiri, (Ls_5)
000.07	Sensor Motor (M2) putar kiri, (Ls_6)
000.08	Sensor Motor (M2) putar kanan, (Ls_7)
000.09	Reset Data (PB_2)

Ch/Bit	Input Device
010.00	Motor (M1) tutup masuk (motor putar kanan)
010.01	Motor (M1) buka p masuk (Motor Putar Kiri)
010.02	Motor (M2) buka pintu keluar (motor putar kanan)
010.03	Motor (M2) tutup pintu keluar (motor putar kiri)
010.04	<i>Parking Full</i>
010.05	<i>Parking Open</i>
010.06	Lampu indikator sistem On/Off



Gambar 12. Bentuk Instalasi kontrol berbasis PLC

Program Kontrol Sistem Pemarkiran Otomatis

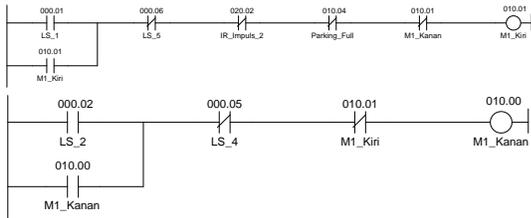
Prinsip Kerja Sistem Kontrol

Setiap kendaraan roda empat (mobil) yang hendak memasuki area parkir, akan diberikan tanda apakah parkir tersebut dalam kondisi berupa indikator lampu yang menyalakan tulisan "*Parking Full*" dan "*Parking Open*". Lampu indikator ini diaktifkan melalui port keluaran PLC cainal-bit 010.04 (*parking full*) dan 010.05 (*parking open*).

a. Ladder diagram Sistem Kontrol Palang Pintu Masuk

Jika indikator "*parking open*" yang aktif, maka mobil yang hendak memarkir pada area parkir ini akan memasuki pintu masuk area parkir, dan setelah melakukan transaksi (pembelian kartu parkir pada pos jaga), mobil tersebut kemudian menuju ke palang pintu masuk dan menyentuh sensor (Ls_1) pembuka palang pintu (2), sehingga sensor tersebut memberikan sinyal ke PLC melalui port masukan 000.01, kemudian PLC secara otomatis melalui keluaran port 010.01 mengaktifkan motor M1 (putar kiri) untuk membuka palang pintu. Ketika pintu tersebut terbuka, maka akan menyentu sensor pembatas palang pintu (Ls_5) dan memberikan sinyal ke PLC melalui port 000.06 sehingga PLC menghentikan motor MI. Palang pintu dalam keadaan terbuka sampai mobil tersebut melewati palang pintu dan menyentuh sensor (Ls_2) tutup palang pintu masuk (4). Dengan demikian PLC melalui port 010.00 mengaktifkan M1 putar kanan untuk menutup palang pintu masuk. Ketika palang pintu tertutup, akan menyentu sensor pembatas palang pintu (Ls_4) sehingga sensor tersebut memberikan sinyal melalui port 000.05 dan PLC segera menghentikan motor MI. Cara kerja dua arah putaran motor ini difasilitasi sistem saling mengunci (*interlock*) melalui kontak bantu NC 010.01

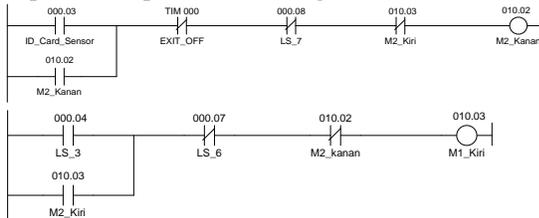
dan 010.00. Sistem tersebut dapat dilihat pada Ladder diagram di bawah ini.



Gambar 13. Potongan Ladder Diagram Sistem Kontrol Palang Pintu Masuk

b. Ladder diagram Sistem Kontrol Palang Pintu Keluar

Setiap mobil yang hendak keluar dan area parking, terlebih dahulu memasukkan kartu parkir pada sensor *ID_card* sehingga sensor ini dapat memberikan logika 1 pada masukan 000.03, dan keluaran PLC 010.02 menjadi *ON* dan kontak bantu 010.02 mengunci untuk mempertahankan M2 tetap berputar untuk membuka palang pintu keluar. Jika palang pintu keluar menyentuh sensor pembatas palang pintu LS_7 (000.08), maka Output 010.02 *OFF* dan menghentikan kerja motor M2 putar kanan. Ketika mobil yang telah keluar area parkir menyentuh sensor 7 (Ls_3), maka input PLC 000.04 berlogika 1 sehingga Output 010.03 juga berlogika 1 (*ON*) dan menjalankan motor M2 putar kin untuk menutup palang pintu keluar. Ketika palang pintu tersebut menyentuh sensor pembatas palang pintu keluar Ls_6, maka keluaran 010.03 berlogika 0 (*OFF*) sehingga motor M2 putar kiri berhenti. Sistem tersebut dapat dilihat pada Ladder diagram di bawah ini.



Gambar 14. Potongan Ladder Diagram Sistem Kontrol Palang Pintu Keluar

c. Ladder diagram Perhitungan Jumlah Kendaraan

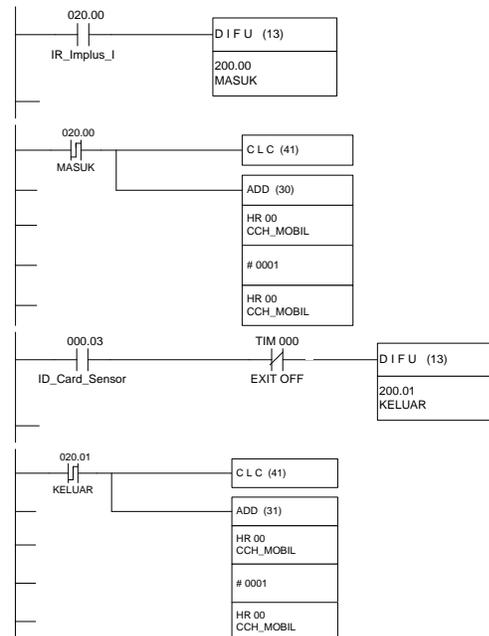
PLC melakukan perhitungan jumlah kendaraan yang telah parkir dalam area parkir dengan cara menambahkan dan mengurangi kendaraan yang masuk maupun yang keluar, serta membandingkannya dengan nilai tertentu dan jika sama, maka kondisinya adalah *parking full* kemudian PLC mengaktifkan Output 010.04 (*indicator Parking full*) secara otomatis oleh kontak SR 255.06 (equals). Secara otomatis pula kontak bantu NC 010.04 (*Parking full*) berubah menjadi open sehingga secara otomatis sinyal yang diberikan oleh sensor 2 tidak dapat mengaktifkan Output 010.01(M1 putar kiri) untuk membuka pintu.

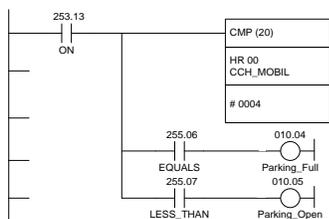
Jika hasil perbandingan tidak sama (kurang dan nilai tertentu), maka PLC oleh kontak khusus SR 255.07

(*Less than*) mengaktifkan keluaran 010.05 (*indikator parking open*) dan kontak SR 255.06 menonaktifkan keluaran 010.04 (*Parking full*) secara otomatis. Sehingga pintu masuk kembali berfungsi dan siap terbuka jika ada kendaraan yang hendak masuk dan menyentuh sensor 2 yang kemudian memberikan sinyal melalui input 000.01 sehingga Output 010.01 (M1 putar kiri) dapat aktif.

Pulsa perhitungan di picu oleh sensor 4 (Ls_2, 000.02) yang kemudian mengkatifkan pasangan fungsi DIFU(13) dan DIFD(14) sebagai fungsi impuls untuk mempertahankan hanya satu pulsa. Pulsa tersebut diteruskan oleh kontak bantu IR 020.00 untuk mengaktifkan DIFU(13) dengan alamat kontak 200.00 (pulsa masuk), sehingga melalui kontak alamat kontak 200.00 pulsanya dijumlahkan dengan instruksi ADD(30) dan datanya disimpan di memori HR00. Penjumlahan ini dilakukan PLC terus menerus hingga mencapai jumlah tertentu. Kemudian sistem ini tidak mengizinkan penambahan kendaraan karena dianggap telah penuh.

Pada saat terjadi penambahan, kemudian ada kendaraan yang keluar, maka secara otomatis sensor *ID_card* (000.03) menghasilkan logika 1 dan memicu DIFU(13) untuk alamat kontak 200.01 (pulsa keluar), kemudian pulsa sesaat dan DIFU(13) ini dikurangi oleh instruksi SUB (31). Sistem tersebut dapat dilihat pada Ladder diagram di bawah ini.



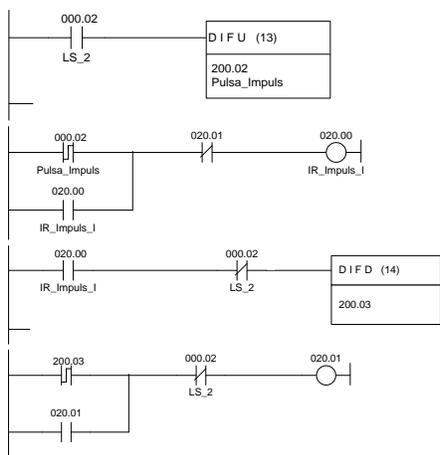


Gambar 15. Potongan Ladder Diagram Sistem Kontrol Proses Perhitungan Kendaraan

d. Saklar Impuls I dan II (Push Buton I dan 2)
Ladder diagram Saklar Impuls I

Fungsi impuls I untuk mengamankan hanya satu pulsa yang dikirim untuk menghitung setiap mobil yang masuk ke area parkir. Jadi walaupun sensor 000.02 diseirtuh dua kali, narnun yang akan di baca hanya satu pulsa.

Pada saat kendaraan telah melewati palang pintu masuk, ban depan akan menyentuh sensor 4 (L_S 2, 000.02) yang kemudian mengkatifkan fungsi DIFU(13). Secara otomatis pulsa implus 200.02 akan mengaktifkan Output IR 020.00. Setelah ban belakang kendaraan menyentuh sensor 4 (L_S 2, 000.02) sekali lagi maka fungsi DIFD(14) akan berfungsi dan secara otomatis akan mengaktifkan impuls 200.03 dan juga Output IR 010.01. di saat itu terjadi satu kali perhitungan. Karena DIFU dan DIFD sebagai fungsi impuls untuk mempertahankan hanya satu pulsa. Sistem tersebut dapat dilihat pada Ladder diagram di bawah ini.



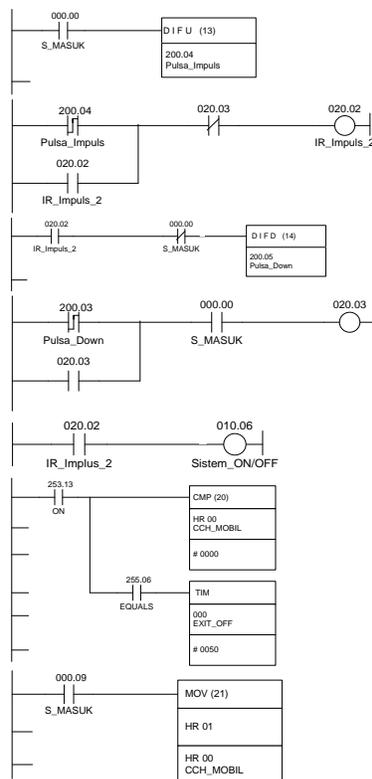
Gambar 16. Potongan Ladder Diagram Sistem Kontrol Sakelar Impuls I

Ladder diagram Saklar Impuls II

Pada pos penjagaan terdapat saklar impuls II (PB_1, PB_2) yang fungsinya untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem kontrol area parkir.

Saat input 000.00 diaktiftan, secara otomatis DIFU(13) akan aktif. Pada saat itu terjadi pulsa naik dan mengaktifkan Output IR 020.02. apabila terjadi kesalahan administrasi maka si petugas menonaktifkan input. Dengan cara menekan sekali

lagi input 000.00. pada saat petugas menekan input 000.00, fimgsi DIFD akan aktif sehingga terjadi satu kali perhitungan. Dan saat itu secara otomatis Output 010.06 akan aktif (lampu indikator akan menyala). Sistem tersebut dapat dilihat pada Ladder diagram di bawah ini.



Gambar 17. Potongan Ladder Diagram Sistem Kontrol Sakelar Impuls II

Kontrol Pintu Masuk

Ketika sistem dijalankan semua detektor telah siap untuk mendeteksi sesuai fungsi. Lampu indikator parking full dan Parking open aktif sesuai fungsi yaitu ketika sistem diaktifkan, indikator ini menyala sesuai kondisi kendaraan yang berada didalam ruang parkir. Ketika dijalankan, masing-masing sistem detektor bekerja sesuai fungsi dimana ketika ketika Ls_1 (detektor buka palang pintu masuk) disentuh, maka palang pintu masuk terbuka (diaktifkan oleh PLS). Ketika detektor Ls_4 (detektor tutup palang pintu masuk) disentuh (ditekan) palang pintu masuk kembali tertutup. Kondisi ini lebih jelas diuraikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kontrol Pintu Masuk

No	Jenis Detektor	Kondisi Detektor	Kondisi Palang Pintu Masuk	Pulsa Impuls
1	Ls_1 (sensor untuk membuka palang pintu masuk)	Off	Close	-
		On	Open	-
2	Ls_2 (sensor untuk menutup palang pintu masuk)	Off	Open	-
		On	Close	-
3	Ls_2 (sentuhan pertama & sentuhan kedua)	On-1	-	0
		On-2	-	1

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa detektor palang pintu masuk telah bekerja sesuai fungsinya yaitu untuk membuka palang pintu masuk dan menutupnya, serta dapat menghasilkan pulsa implus 1 (On) ketika mengalami dua kali sentuhan pada detektor Ls_2. Puls implus 1 tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah kendaraan yang telah masuk ke halaman parkir.

Tabel 3. Hasil Pengujian Detektor Pembatasan Palang Pintu Masuk

No	Motor (M1)	Posisi Palang Pintu	Posisi Detektor		Posisi pintu
			Ls_4	Ls_5	
1	ON (Putar kanan)	Terbuka hingga menyentuh Ls_5	NC	NO	Open
2	ON (Putar kiri)	Tertutup hingga menyentuh Ls_4	NO	NC	Close

Berdasarkan data pengujian dalam tabel 3, terbukti bahwa detektor pembatas palang pintu untuk motor M1 telah berfungsi dengan baik. Dimana ketika M1 ON putar kanan dan menggerakkan palang pintu hingga menyentuh detektor Ls_5, maka detektor tersebut berubah posisi dari NC ke NO sehingga motor M1 OFF. Sebaliknya ketika M1 ON putar kiri menggerakkan palang pintu hingga menyentuh detektor pembatas Ls_4 dan merubah posisi dari NC menjadi NO sehingga motor M1 OFF.

Kontrol Pintu Keluar

Pengujian kontrol palang pintu keluar dilakukan dengan cara pengetesan detektor yang digunakan untuk membuka dan menutup palang pintu keluar yaitu detektor Sw_1/ID_Card dan Ls_3. Selain itu juga melakukan pengujian terhadap detektor buka palang pintu keluar (SW_1/ID_card) yang merupakan pemberi sinyal pengurangan kendaraan yang ada pada area parkir. Hasil pengujian sistem deteksi dan penggerak palang pintu ini diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kontrol Deteksi Dan penggerak Palang Pintu Keluar

No	Jenis Detektor	Kondisi Detektor	Kondisi Palang Pintu Keluar	Kondisi Pintu Sebelum Sensor Aktif
1	Sw_1/ID_card (Sensor identitas kartu utk membuka pintu keluar)	OFF	Close	Close
		ON	Open	Close
2	Ls_3 (Sensor penutup palang pintu keluar)	ON	Close	Open
		OFF	Disesuaikan	Close/Open

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa detektor palang pintu keluar telah bekerja sesuai fungsinya yaitu untuk membuka palang pintu keluar dan menutupnya, serta menghasilkan pulsa 1 (ON) untuk proses pengurangan kendaraan ketika kendaraan tersebut keluar.

Dengan bekerjanya penggerak palang pintu keluar sesuai fungsi, maka dengan demikian detektor pembatas palang pintu keluar saat menutup (Ls_6) dan terbuka (Ls_7) berfungsi dengan baik dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Detektor Pembatas Palang Pintu Keluar

No	Motor (M1)	Posisi Palang Pintu	Posisi Detektor	
			Ls_6	Ls_7
1	OFF	Kondisi awal (tertutup)	NO	NC
2	ON (putar kanan)	Terbuka hingga menyentuh Ls_7	NC	NO
3	ON (putar kiri)	Terbuka hingga menyentuh Ls_6	NO	NC

Berdasarkan data pengujian dalam tabel 5, terbukti bahwa detektor pembatas palang pintu untuk motor M2 telah berfungsi dengan baik. Dimana ketika M2 ON putar kanan dan menggerakkan palang pintu hingga menyentuh detektor L2_7, maka detektor tersebut berubah posisi dari NC ke NO sehingga motor M2 OFF. Sebaliknya ketika M2 ON putar kiri menggerakkan palang pintu hingga menyentuh detektor pembatas Ls_6 dan merubah posisi dari NC menjadi NO sehingga motor M2 OFF.

Kontrol Kapasitas Parkir

Pengujian perhitungan kendaraan yang masuk area parkir maupun kendaraan yang keluar dari area parkir, dilakukan dengan melakukan penekanan sensor 4 (Ls_2) sebanyak dua kali untuk menghasilkan pulsa satu kali yang akan dijumlahkan ke lokasi memori HR0000. Sedangkan untuk pengujian pengurangan kendaraan yang keluar dari area parkir dilakukan dengan cara menekan sensor 5 (Sw_1/ID_ctrld) untuk menghasilkan satu pulsa pengurangan data dan lokasi memori HR 0000.

Data jumlah kendaraan yang digunakan sebagai batas kapasitas penampungan kendaraan dalam area parkir adalah jumlah 4. PLC kemudian melakukan perbandingan antara data yang ada dilokasi memori, HR 0000 dengan data kapasitas kendaraan yang tertampung (4 kendaraan). Jika sama PLC akan mengaktifkan indikator parkir full dan membuat palang pintu masuk tidak berfungsi (kendaraan tidak dapat masuk karena area parkir penuh).

Dengan sensor 5 (Sw_1 /ID_card) di tekan satu kali, PLC melakukan pengurangan data pada lokasi memori HR0000 dan PLC setelah membandingkannya dengan data jumlah kapasitas kendaraan yang parkir tidak sama sehingga palang pintu masuk siap terbuka untuk satu kendaraan yang akan masuk.

Pengujian ini dilakukan secara terus menerus hingga benar-benar yakin bahwa sistem ini sudah sangat baik digunakan. Dalam disain pengujian yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengujian PLC (pada lokasi memori Holding Relay (HR)) saat melakukan perhitungan kendaraan yang masuk maupun kendaraan yang keluar. Dalam eksperimen ini ditentukan kapasitas penampungan area parkir adalah 4 kendaraan. Penentuan 4 kendaraan ini dimaksudkan agar memenuhi variabel terikat dalam penelitian ini dan memudahkan dalam proses eksperimen. Tabel 6. merupakan bentuk variabel yang akan diuji terhadap penggunaan PLC dengan perhitungan-perhitungan logikanya.

Tabel 6. Hasil Pengujian perhitungan PLC terhadap kendaraan yang masuk Tanpa kendaraan keluar dengan kapasitas yang ditentukan 4 kendaraan

No.	Kendaraan yg Masuk	Hasil Proses PLC (dt di-HR) Setelah Kend.masuk	Kendaraan yg Keluar	Hasil Proses PLC (dt di HR) Setelah Kend. Keluar	Status Area Parkir	Keterangan
1.	Mobil 1	0001	-	-	open	Blm ada yg keluar
2.	Mobil 2	0002	-	-	open	Sda
3.	Mobil 3	0003	-	-	open	Sda
4.	Mobil 4	0004	-	-	close	Sda

Dalam eksperimen ini dilakukan pengujian terhadap kemampuan baca data kendaraan yang masuk, serta kemampuan PLC dalam memproses data tersebut. Hasil data dapat dipantau pada alamat memori HR0000 dari PLC. Data tersebut hanya dapat dilihat dengan menggunakan program PLC (syswin, LSS atau CX-program). Melalui eksperimen ini, dapat diketahui bahwa PLC dapat menghitung jumlah kendaraan yang masuk dan yang sedang parkir. Berdasarkan hasil pengujian tabel 6, terindikasi bahwa PLC dapat menentukan kondisi parkir full. Terbukti pada tabel 6 pada hitungan ke 4 status area parkir tertutup (close). Sedangkan status kendaraan yang keluar masih kosong.

Tabel 7. Hasil Pengujian perhitungan PLC terhadap kendaraan yang masuk dan kendaraan yang keluar dengan kapasitas yang ditentukan 4 kendaraan

No.	Kendaraan yg Masuk	Data di HR Setelah Kendaraan Masuk	Kendaraan yg Keluar	Data di HR Setelah Kendaraan Keluar	Status Area Parkir	Keterangan
1.	Mobil 1	0001	-	-	open	Blm ada yg keluar
2.	Mobil 2	0002	-	-	open	sda
3.	Mobil 3	0003	Mobil 1	0002	open	mbl1keluar
4.	Mobil 4	0003	-	-	open	Jmlh mbl=3
5.	Mobil 5	0004	-	-	close	Jmlh mbl=4
6.	-	-	Mobil 4	0003	open	Jmlh mbl=3
7.	-	-	Mobil 2	0002	open	Jmlh mbl=2
8.	-	-	Mobil 5	0001	open	Jmlh mbl=1
9.	Mobil 6	0002	-	-	open	Jmlh mbl=2
10.	Mobil 7	0003	-	-	open	Jmlh mbl=3
11.	Mobil 8	0004	-	-	close	Jmlh mbl=4

Tabel 7 menunjukkan hasil eksperimen terhadap kondisi kendaraan yang masuk keluar dengan kapasitas penampungan yang ditentukan adalah 4 kendaraan. Dari tabel tersebut terlihat bahwa ketika jumlah kendaraan yang masuk belum mencapai 4 kendaraan, dan ada kendaraan yang keluar sebelum jumlah kendaraan masuk menjadi 4, maka data yang ada di memori HR 000 berubah turun karena telah terjadi pengurangan jumlah kendaraan yang keluar. Dengan demikian PLC secara otomatis mengeluarkan status open walaupun mobil ke lima telah masuk dan kemudian status berubah menjadi close. Proses ini berlangsung kontinu hingga mobil ke 8 masuk.

VI.KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan dan hasil eksperimen diatas, dapat disimpulkan beberapa hal sabagai berikut :

- PLC dapat melakukan proses aritmatic logic untuk penjumlahan dan pengurangan secara bit per bit. Hasil proses aritmatik tersebut disimpan pada salah satu memori yang merupakan fasilitas khusus dari PLC yaitu HR000. Pada lokasi memori ini tersimpan proses pengurangan dan penjumlahan kendaraan yang masuk maupun yang keluar.
- Selain mampu melakukan proses aritmatik logik, PLC juga mampu melakukan proses perbandingan data bit yang ada pada lokasi memori HR000 dengan data angka langsung #0004 sebagai angka kapasitas kendaraan yang ditentukan sesuai jumlah kapasitas parkir.
- Data yang telah masuk dan tercatat didalam lokasi memori HR0000 tidak akan hilang walaupun aliran listrik padam. Hal ini disebabkan setiap PLC telah memiliki catu daya batere litium untuk mengamankan setiap data yang masuk ke memorinya.
- Untuk membandingkan data kendaraan yang masuk dengan data jumlah kapasitas kendaraan, PLC akan menggunakan kontak khusus (SR 255.06 *equals* yang menyatakan *parking full* dan SR 255.07 *Less_Than* yang menyatakan *parking open*).
- PLC baru melakukan penjumlahan kendaraan yang parkir setelah kendaraan tersebut melewati detektor 4 (Ls_2/IR 000.02) dan melakukan pengurangan kendaraan ketika kendaraan yang parkir keluar dan memberikan sinyal melalui detektor 5 (Sw_1/ID_card / IR 000.03).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan sebagai berikut :

1. Dalam perencanaan program perlu diperhatikan masukan logika ganda akibat kendaraan yang melewati sensor limit switch 4, dimana terjadi dua kali pemberian sinyal ke PLC melalui sentuhan ban depan mobil dan sentuhan ban belakang mobil. Kondisi logika ini harus dianggap hanya satu logika oleh PLC.
2. Jika sistem ini hendak digunakan untuk kapasitas yang lebih besar, maka pada ladder diagram CMP (20) rubah angka #0004 menjadi angka yang sesuai dengan kapasitas penampungan kendaraan pada area parkir (misalnya #0020, data ini menunjukkan kapasitas parkir 20 kendaraan roda empat).
3. Dalam rancangan sistem fisiknya perlu diperhatikan komponen sensor yang tepat sehingga tidak terjadi duplikat logika yang berlebihan sehingga dapat mengganggu kestabilan pembacaan data pada PLC.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPPM Politeknik Negeri Ambon yang telah memberikan kesempatan dana penulisan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, (1993), *Operation Manual Mini H-tipe Pcs: C20H/C28H/C40H/C60H Programmable Logic Controllers*, OMRON, Singapore.
- , (1993), *C200H Programmable Controllers Operation Manual*, OMRON, Singapore.
- , (1997), *A. Beginner's Guide to PLC*, OMRON, Asia Pacific PTE LTD, ATD Centre, Singapore.
- Bolton William, (1996). *Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar*. Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Clarkson H. Oglesby, R. Gary Hicks, 1999. *Teknik Jalan Raya*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Douglass Hall V. (1992), *Microprocessor and Interfacing*. 2nd edition. Singapore ; Mc. Graw Hill.
- Yulianto Anang, 2006. *Panduan Praktis Belajar PLC (Programmable Logic Controller)*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.



Hasil pengujian tanda parkir open (status parkir belum penuh)



Hasil Pengujian tanda parkir full



Bentuk area parkir dengan dua pintu masuk dan keluar sesuai konsep perencanaan



Pengujian program PLC pada maket simulasi kontrol sistem parkir otomatis