

# Simulasi Sistem Perparkiran di Pusat Perbelanjaan dengan Menggunakan Sistem Informasi *Real Time*

**Eric Wibisono**<sup>1)</sup>

**Jerry Agus Arlianto**<sup>2)</sup>

**Fandy Putra Soetanto**<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Surabaya<sup>1, 2, 3)</sup>

Jl. Raya Kalirungkut Surabaya

Telepon (031) 2981392

E-mail: ewibisono@ubaya.ac.id<sup>1)</sup>

## Abstrak

*Semakin meningkatnya jumlah mobil/motor menyebabkan semakin meningkat pula konsumsi BBM. Kondisi ini tidak diimbangi dengan peningkatan infrastruktur sehingga menyebabkan pemborosan dalam bentuk kemacetan. Selain di jalan raya, kemacetan juga dapat terjadi di fasilitas publik yang lain seperti pusat perbelanjaan, khususnya saat menuju lokasi parkir. Pada penelitian ini, sistem informasi real time diusulkan untuk menggantikan sistem manual yang umumnya dipakai dalam perparkiran di pusat perbelanjaan. Pendekatan yang digunakan adalah simulasi mengingat investasi yang dibutuhkan cukup mahal. Alternatif teknologi yang akan dibandingkan dari aspek ekonomis adalah sensor infra merah, sensor ultrasonik, dan radio frequency identification device (RFID). Sebuah pusat perbelanjaan yang ada di Surabaya digunakan sebagai model dalam penelitian ini. Hasil yang didapatkan adalah: dengan sistem usulan, penghematan waktu pencarian lokasi parkir dapat meningkatkan rata-rata jumlah mobil parkir dari 3,39 menjadi 4,98 per menit. Bagi pihak pengelola pusat perbelanjaan, peningkatan ini ekuivalen dengan keuntungan sebesar Rp62,82 juta per tahun di samping manfaat lain seperti image sebagai pusat perbelanjaan modern. Sedangkan bagi pihak konsumen, hal ini menghemat waktu mereka dalam pencarian lokasi parkir.*

*Kata Kunci: Sistem perparkiran, sistem informasi real time, simulasi.*

## Pendahuluan

Semakin meningkatnya jumlah mobil/motor menyebabkan semakin meningkat pula konsumsi BBM. Kondisi ini tidak diimbangi dengan peningkatan infrastruktur sehingga menimbulkan kemacetan yang akhirnya menyebabkan pemborosan. Selain di jalan raya, kemacetan juga dapat terjadi di fasilitas publik seperti pusat perbelanjaan, khususnya saat parkir.

Pusat perbelanjaan merupakan tempat bertemunya masyarakat dengan berbagai latar belakang dan tujuan. Mereka biasanya pergi ke pusat perbelanjaan untuk berbelanja, bertemu relasi, atau sekedar berjalan-jalan. Semakin tingginya tingkat kemacetan menyebabkan masyarakat yang hendak pergi ke pusat perbelanjaan harus memperhitungkan kemacetan yang terjadi baik pada saat di jalan maupun pada saat parkir di tempat tujuan. Kesulitan dalam mendapatkan tempat parkir yang tersedia akan menyebabkan baik kerugian moral (emosi saat berkendara) maupun material (pemborosan BBM).

Di sisi lain, dengan menggunakan bantuan teknologi yang ada dan perkembangannya, terdapat peluang untuk mengelola sistem perparkiran menjadi lebih efisien. Waktu yang lama untuk mencari slot parkir kosong dapat dikurangi apabila pengendara mengetahui letak slot parkir kosong sejak mereka memasuki area parkir. Dengan demikian mereka tidak perlu lagi mencari slot parkir kosong tetapi dapat langsung menuju slot parkir kosong yang ada. Ini dapat dilakukan apabila slot parkir kosong diinformasikan secara *real time*. Penelitian ini bertujuan membuat model simulasi dari sistem dimaksud untuk melihat dampak dari kemungkinan penerapannya. Teknologi pendukung yang akan dikaji dari aspek ekonomisnya adalah teknologi sensor inframerah, sensor ultrasonik, dan RFID (*radio frequency identification device*). Hasil simulasi termasuk analisis biaya teknologi pendukung dan kesimpulan akan kelayakannya diharapkan dapat menjadi masukan bagi pengelola pusat perbelanjaan dan pada akhirnya bermanfaat bagi masyarakat dalam mengurangi pemborosan waktu dan biaya.

## Tinjauan Pustaka

Cukup banyak definisi mengenai simulasi yang telah ada di berbagai literatur. Harrell *et al* mendefinisikan simulasi sebagai “...*the imitation of a dynamic system using a computer model in order to evaluate and improve system performance.*” [1]. Selain itu, Law & Kelton mendefinisikan simulasi sebagai penggunaan komputer untuk mengimitasi berbagai bentuk operasi di dunia nyata [2]. Dari berbagai definisi yang ada, pada umumnya semua menyatakan bahwa tujuan simulasi adalah untuk menghemat biaya, waktu, dan menghindarkan sistem dari gangguan dan kesalahan yang dapat terjadi seandainya *trial-and-error* dilakukan langsung pada sistem.

Ruang lingkup aplikasi dari simulasi juga cukup luas, termasuk di antaranya di bidang transportasi seperti pada penelitian ini. Kajian secara umum pernah ditulis oleh Saltzman [3] dan Portilla *et al* [4]. Sedangkan kajian dari aspek psikologis terkait perilaku pemilihan lokasi parkir pernah dibahas oleh Tatsumi [5]. Kajian yang relevan dengan penelitian ini, yaitu terkait dengan penggunaan sistem informasi untuk meningkatkan efisiensi parkir, dibahas oleh Yasuo [6], Waterson *et al* [7], dan Kunihiro *et al* [8]. Namun ketiganya masih menggunakan alat bantu manual (*sign board*) sebagai media penyampaian informasinya. Pendekatan menggunakan teknologi modern seperti RFID baru tampak pada artikel dari Ostojic *et al* [9].

Dalam beberapa aspek, penelitian ini memiliki kesamaan dengan beberapa penelitian yang dituliskan di atas. Tetapi ruang lingkup yang spesifik berdasarkan sebuah pusat perbelanjaan tertentu memberikan ciri tersendiri, sekaligus batasan, pada model area parkir seperti apa hasil-hasil simulasi akan valid nantinya.

Dari sisi teknologi yang akan dianalisis, didapatkan beberapa informasi dasar mengenai sensor inframerah, sensor ultrasonik, dan RFID. Sensor inframerah menggunakan media inframerah sebagai media komunikasi antara *transmitter* dan *receiver*. Sensor inframerah akan bekerja jika sinar inframerah yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar inframerah tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima [10]. Sedangkan sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut [11]. Terakhir, RFID adalah teknologi identifikasi terkini yang menggunakan tiga komponen dasar, yaitu *tag* (dengan berbagai variasi jenisnya; sering disebut juga *transponder*), *reader* (*interrogator*; berfungsi untuk membaca/menulis tag) dan *controller* (*host* atau *middleware* berupa sebuah PC atau *workstation* yang memiliki fungsi database dan kontrol) [12].

## Metodologi Penelitian

Sebagai sarana pemodelan dan studi kasus, sebuah pusat perbelanjaan di kota Surabaya dipilih dalam penelitian ini. Pusat perbelanjaan tersebut memiliki beberapa area parkir, sehingga penelitian dibatasi hanya pada area parkir *extension*. Pembatasan ini tidak mengurangi kompleksitas masalah karena area parkir yang dipilih terdiri dari sembilan lantai dan sebenarnya relatif tidak terkait dengan area parkir lainnya (tidak terhubung secara langsung).

Data yang dikumpulkan adalah data pengamatan parkir dan data alternatif teknologi yang diusulkan. Data pengamatan parkir berupa data waktu pencarian slot kosong dari mobil yang akan parkir. Pengambilan data dilakukan dengan cara membentuk tim yang terdiri dari lima mobil yang masuk ke area parkir dan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk mencari slot kosong. Setiap mobil mengulangi proses ini beberapa kali, dengan interval memasuki area selama beberapa menit. Pengambilan data dilakukan selama beberapa minggu untuk mencukupi kebutuhan minimal 30 data agar dapat digunakan pada tahap uji distribusi.

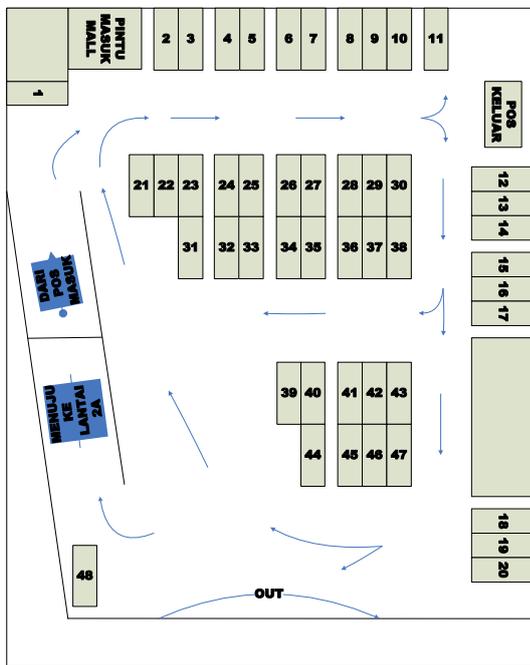
Pengambilan data waktu pencarian dibagi ke dalam dua kondisi: (1) kondisi saat ramai (Sabtu malam) untuk menggambarkan kondisi awalan sebelum dilakukan perbaikan (kondisi awalan), dan (2) kondisi saat sepi (siang/sore hari) untuk menggambarkan kondisi setelah perbaikan (kondisi usulan). Dengan kata lain, waktu pencarian slot parkir kosong merupakan parameter input yang akan digunakan dalam simulasi, sedangkan output yang akan ditingkatkan adalah jumlah mobil parkir per menit. Angka ini kemudian akan dikonversi ke dalam satuan moneter untuk dibandingkan dengan biaya investasi dari ketiga alternatif teknologi yang diusulkan (sensor inframerah, sensor ultrasonik, dan RFID) menggunakan pendekatan *annual worth*.

Selain data-data di atas, diperlukan juga data pola kedatangan mobil ke pusat perbelanjaan dan data layout area parkir. Sebagai contoh layout parkir digunakan layout parkir lantai 1 seperti pada Gambar 1. Layout parkir pada lantai 1 ini sama dengan lantai-lantai lainnya kecuali lantai 5-7. Layout parkir lantai 5-7 lebih luas daripada lantai-lantai di bawahnya karena posisinya yang terletak di atas pusat perbelanjaan.

Seluruh data waktu yang dikumpulkan kemudian dicari distribusi statistiknya. Setelah itu dilakukan validasi model melalui beberapa uji statistik. Kemudian setelah dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun valid, barulah simulasi dilakukan. Pada tahap validasi juga dibutuhkan beberapa asumsi, antara lain:

- Sasaran parkir adalah slot kosong terdekat dan tidak memperhatikan tujuan spesifik dari konsumen (misalnya ada slot kosong pada lantai bawah tetapi diabaikan karena tujuan belanja ada di lantai atas).
- Slot kosong mempunyai probabilitas sama untuk terpilih.
- Waktu yang ditempuh untuk turun dan naik satu lantai diasumsikan 10 detik dari slot parkir.

- Lama parkir diasumsikan sama dengan lamanya konsumen berbelanja, yaitu 1-5 jam.
- Lama waktu pelayanan pada pos parkir masuk maupun keluar diasumsikan sama yaitu 10 detik.
- Lantai parkir 1 sampai lantai 5 selalu dibuka, sedangkan lantai 6 dibuka bila lantai 5 sudah penuh, begitu juga dengan lantai 7, dibuka bila lantai 6 telah penuh.
- Mobil yang memasuki area parkir diasumsikan pasti dapat slot parkir kosong walaupun letaknya di lantai teratas, sehingga tidak ada mobil yang turun ke lantai sebelumnya untuk mencari kembali slot parkir kosong.
- Perhitungan waktu pencarian slot parkir kosong rata-rata dibatasi dengan waktu sampai semua lantai penuh untuk pertama kali. Waktu ini untuk metode awalan adalah sekitar 7 jam dan sekitar 6,5 jam untuk metode usulan. Hal ini didasarkan pada waktu pengamatan di mana kondisi area parkir tidak semua lantai penuh terutama pada lantai 7.
- Mobil yang datang dapat memilih untuk parkir pada lantai tersebut atau pada lantai berikutnya, sehingga *routing rule random* digunakan.



Gambar 1. Layout parkir lantai 1

### Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada pusat perbelanjaan yang digunakan sebagai obyek penelitian, terdapat sembilan lantai pada area parkir *extension* dengan pelabelan lantai 1 s.d. 7. Jumlah slot parkir pada masing-masing lantai dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah data waktu pencarian slot parkir kosong dan antar-kedatangan mobil dikumpulkan, berikutnya dilakukan uji distribusi statistik untuk menentukan polanya. Pengujian dilakukan dengan metode Kolmogorov-Smirnov Test (K-S Test). Distribusi yang

dipilih belum tentu merupakan distribusi dengan rank tertinggi karena harus disesuaikan dengan distribusi statistik yang diterima oleh software simulasi yang digunakan yaitu ProModel 7. Tetapi distribusi terpilih adalah yang terbaik dari alternatif distribusi statistik pada ProModel. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah slot parkir

Lantai	Jumlah Slot
1	48
2a	52
2b	52
3	51
4a	51
4b	51
5	169
6	126
7	100
Total	700

Tabel 2. Distribusi statistik dari data pengamatan

	Lantai	Jenis Distribusi	Parameter
Awalan	Lantai 1	Weibull	$\alpha=8,8911 \quad \beta=67,354$
	Lantai 2a	Uniform	$a=46,768 \quad b=94,298$
	Lantai 2b	Beta	$\alpha_1=1,0095 \quad \alpha_2=1,8688$ $a=49,0 \quad b=118,0$
	Lantai 3	Beta	$\alpha_1=0,95878 \quad \alpha_2=1,9046$ $a=53,0 \quad b=119,0$
	Lantai 4a	Pearson 5	$\alpha=17,622 \quad \beta=1221,9$
	Lantai 4b	Pearson 5	$\alpha=17,668 \quad \beta=1367,5$
	Lantai 5	Pearson 5	$\alpha=12,043 \quad \beta=731,05$
Usulan	Lantai 6	Pearson 6	$\alpha_1=131,92 \quad \alpha_2=14,523$ $\beta=6,7027$
	Lantai 7	Pearson 6	$\alpha_1=152,19 \quad \alpha_2=21,558$ $\beta=7,9087$
	Lantai 1	Triangular	$m=18,0 \quad a=13,875$ $b=31,766$
	Lantai 2a	Beta	$a_1=0,81902 \quad a_2=0,90364$ $a=15,0 \quad b=34,0$
	Lantai 2b	Gamma	$\alpha=13,192 \quad \beta=1,8689$
	Lantai 3	Gamma	$\alpha=14,078 \quad \beta=1,9776$
	Lantai 4a	Pearson 6	$a_1=48,438 \quad a_2=19,298$ $b=9,5934$
Lantai 4b	Pearson 6	$a_1=433,66 \quad a_2=15,358$ $b=1,0002$	
	Lantai 5-7	Beta	$a_1=0,56168 \quad a_2=0,92344$ $a=17,0 \quad b=43,0$
	Antar-kedatangan	Eksponensial	$\beta=14,4$

Pada tahap selanjutnya dilakukan validasi model untuk menentukan apakah model awalan telah sesuai dengan kondisi sistem riil. Validasi dilakukan dengan menguji

parameter waktu pencarian slot parkir kosong dari data sistem riil versus kondisi awalan, dengan pola antarkedatangan dianggap sebagai parameter input. Uji hipotesis dilakukan terhadap mean dengan metode uji hipotesis beda mean sampel kecil, dan varians dengan metode uji varians. Data-data pengujian adalah sebagai berikut dengan sampel pertama mewakili sistem riil dan sampel kedua mewakili kondisi awalan:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\bar{X}_1 = 9,21 ; \quad \bar{X}_2 = 9,04$$

$$S_1^2 = 2,65 ; \quad S_2^2 = 0,76$$

$$n_1 = 30 ; \quad n_2 = 10$$

Dengan asumsi populasi sama, hasil uji menunjukkan *significance level* 76,5%, jauh di atas batas 5% yang digunakan dalam pengujian. Selanjutnya dengan data yang sama, hasil uji varians ( $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  versus  $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ) menghasilkan *significance level* 5,5%, sedikit di atas batas 5% tetapi masih gagal menolak  $H_0$  atau berarti disimpulkan tidak ada perbedaan varians. Selain parameter waktu pencarian slot parkir kosong, uji validasi juga dilakukan terhadap variabel jumlah mobil parkir. Data-data pengujian adalah berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\bar{X}_1 = 4,17 ; \quad \bar{X}_2 = 3,39$$

$$S_1^2 = 1,32 ; \quad S_2^2 = 3,13$$

$$n_1 = 30 ; \quad n_2 = 10$$

Hasil pengujian beda mean menunjukkan *significance level* 11,6%, sedangkan untuk uji varians adalah 7,4%, atau berarti dari keduanya dapat diambil kesimpulan bahwa karakteristik dua populasi tidak berbeda. Setelah dapat dibuktikan bahwa model valid dan dapat diterima sebagai representasi sistem riil, simulasi kemudian dilakukan menggunakan parameter waktu pencarian kondisi usulan (Tabel 2). Variabel jumlah mobil parkir digunakan untuk menguji apakah kondisi usulan lebih baik daripada awalan. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$\bar{X}_1 = 3,39 ; \quad \bar{X}_2 = 4,98$$

$$S_1^2 = 3,13 ; \quad S_2^2 = 4,42$$

$$n_1 = 10 ; \quad n_2 = 10$$

Hasil pengujian beda mean menunjukkan *significance level* 4,2% (< 5%), atau berarti jumlah mobil parkir pada kondisi usulan signifikan lebih besar daripada pada kondisi awalan. Namun demikian perlu dicatat

bahwa selisih *significance level* yang relatif kecil perlu dicermati dalam pengambilan keputusan lebih lanjut.

Selanjutnya berdasarkan kesimpulan di atas, dihitung aspek keuangan yang terkait. Perhitungan keuntungan dapat dilihat dari peningkatan jumlah mobil parkir rata-rata yang terjadi setiap menitnya, yaitu sebanyak 1,59 mobil. Dengan biaya parkir/mobil sebesar Rp2.000, pengelola pusat perbelanjaan dapat meraih keuntungan tambahan sebesar Rp3.180/menit atau Rp190.800/jam. Apabila keramaian pengunjung terjadi selama 1,5 jam (19.00-20.30) dan 1 bulan = 30 hari, keuntungan yang diperoleh mencapai Rp8.586.000/bulan.

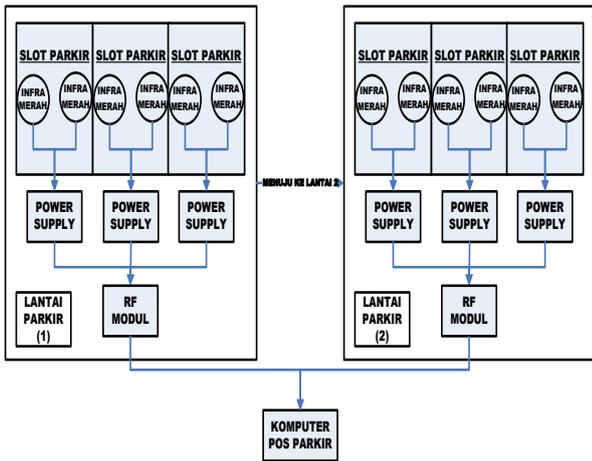
Peningkatan jumlah mobil parkir ini hanya didapatkan bila pusat perbelanjaan dalam kondisi ramai. Kondisi ramai umumnya dicapai pada hari Sabtu dan Minggu, atau saat adanya *event-event* tertentu. Karena itu, terjadinya peningkatan mobil parkir ini tidak dapat dihitung secara penuh dalam satu bulan, sehingga diasumsikan kondisi ramai sebesar 60% dalam sebulan. Dengan demikian peningkatan keuntungan dalam satu bulan menjadi Rp5.151.600 atau Rp61.819.200/tahun. Hasil perhitungan di atas dibandingkan dengan tiga alternatif teknologi yang dipertimbangkan berikut.

#### A. Sistem parkir sensor inframerah

Pada sistem ini, sensor inframerah berfungsi sebagai alat untuk mengetahui keberadaan mobil pada slot parkir. Sensor inframerah diletakkan pada setiap slot parkir, terdiri dari dua sensor yang ditempatkan pada sisi samping setiap slot. Setiap mobil yang parkir akan memutuskan sinar infra merah tersebut sehingga akan terdeteksi slot tersebut telah terisi. Informasi ini akan dikirimkan ke komputer yang ada pada pos parkir. Namun pengiriman informasi tidak langsung menuju komputer pos parkir, melainkan melalui power supply dan RF modul.

Power supply digunakan pada tiap slot parkir. Hal ini dikarenakan adanya kemungkinan *connection loss* yang terjadi setelah data dikirimkan dari sensor inframerah menuju ke RF modul. RF modul digunakan sebagai penghubung informasi antara sensor inframerah ke komputer di pos parkir. Informasi dikirimkan melalui gelombang frekuensi radio. RF modul ini digunakan pada tiap lantai untuk mengurangi panjangnya kabel yang digunakan untuk menghubungkan setiap slot pada suatu lantai ke komputer pos parkir.

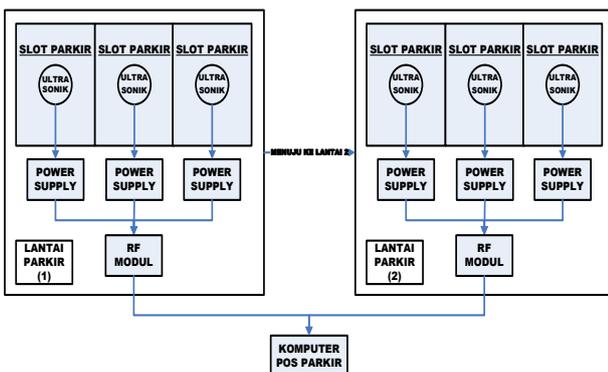
Komputer pos parkir akan mendeteksi keberadaan suatu mobil pada slot parkir. Slot parkir yang kosong akan diberi warna hijau dan slot yang terisi akan diberi tanda merah. Ketika terdapat mobil sedang parkir, maka pada slot parkir tersebut pada komputer yang semula berwarna hijau akan berubah menjadi warna kuning terlebih dahulu. Setelah 5 menit slot parkir tersebut akan menjadi berwarna merah. Biaya total sistem untuk estimasi pemakaian 10 tahun adalah Rp459.300.000. Skema rangkaian sistem parkir inframerah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema sistem parkir inframerah

### B. Sistem parkir sensor ultrasonik

Secara umum sistem ini hampir sama dengan sistem sensor inframerah. Perbedaannya hanya terletak pada jenis sensor yang digunakan, yaitu sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengetahui keberadaan suatu mobil pada slot parkir. Biaya total dari sistem ini untuk estimasi pemakaian 10 tahun adalah Rp465.700.000. Skema rangkaian sistem parkir inframerah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema sistem parkir ultrasonik

### B. Sistem parkir RFID

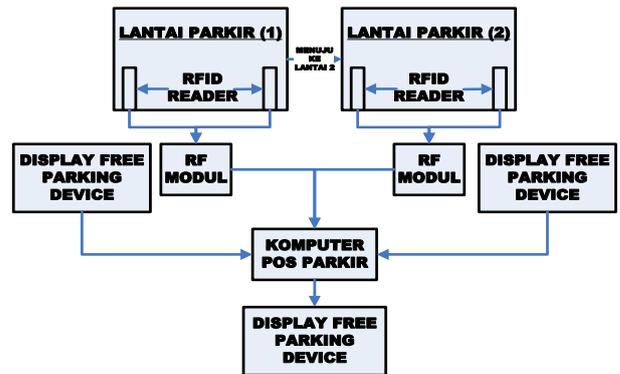
Sistem parkir menggunakan RFID dapat menunjukkan adanya kapasitas slot parkir kosong pada suatu lantai, tetapi tidak dapat menunjukkan keberadaan slot parkir tersebut. Mobil yang datang akan diarahkan menuju lantai yang masih memiliki slot parkir kosong. Slot parkir kosong pada suatu lantai akan terdeteksi dengan mengurangi jumlah slot parkir yang tersedia dengan slot parkir yang telah terisi.

Mobil yang datang akan menerima tag RFID. Tag ini akan terbaca oleh reader yang ada pada setiap pintu masuk dan pintu keluar dari setiap lantai parkir. Mobil yang hendak parkir akan melewati RFID reader pada pintu masuk lantai parkir tersebut. Komputer akan memberikan waktu beberapa menit (variabel) bagi mobil tersebut untuk mencari slot parkir. Apabila dalam selang waktu tersebut mobil tidak melewati

pintu keluar, maka diasumsikan mobil tersebut parkir pada lantai itu, kemudian komputer akan menghitung ulang kapasitas slot parkir kosong yang ada (karena itu variabel selang waktu harus ditentukan dengan cermat untuk menghindari kemungkinan sering terjadinya kesalahan dalam perhitungan kapasitas parkir tersisa). Namun apabila mobil tidak parkir pada lantai itu, maka mobil akan melewati pintu keluar dari lantai parkir dan ini akan terbaca oleh RFID reader pada pintu keluar. Dalam hal ini tidak akan melakukan kalkulasi ulang dari kapasitas parkir tersisa.

Kapasitas slot parkir kosong pada setiap lantai akan diinformasikan melalui display pada setiap lantai yang disebut *display free parking device*. Display ini akan diberikan pada pintu masuk sehingga pengunjung dapat mengetahui jumlah slot parkir kosong sebelum memasuki area parkir. *Display free parking device* dan RF modul terhubung dengan komputer pos parkir agar petugas pos parkir juga dapat mengetahui kapasitas slot parkir yang masih tersedia, selain itu juga untuk dapat mengontrol dan memastikan sistem berjalan dengan baik. Saat mobil pulang, petugas parkir akan meminta kembali tag RFID dari pengemudi.

Biaya total dari sistem ini untuk estimasi pemakaian 10 tahun adalah Rp246.450.000. Skema rangkaian sistem parkir inframerah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema sistem parkir RFID

Data-data spesifikasi dan biaya dari ketiga alternatif teknologi di atas selanjutnya dibandingkan berdasarkan metode *annual worth*. Dengan asumsi tingkat bunga simpan 6% (modal sendiri) dan *risk premium* 7%, didapatkan faktor bunga (A/P, 13%, 10) sebesar 0,184. Perhitungan biaya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan biaya

Sistem	Biaya sistem	Faktor bunga	Biaya tahunan
Inframerah	Rp459.300.000	0,1844	Rp84.694.920
Ultrasonik	Rp465.700.000	0,1844	Rp85.875.080
RFID	Rp246.450.000	0,1844	Rp45.445.380

## Analisis & Kesimpulan

Dengan melihat hasil perhitungan keuangan di atas, dapat disimpulkan bahwa implementasi kondisi usulan hanya menguntungkan apabila dibandingkan terhadap sistem RFID (Rp61,82 juta berbanding Rp45,45 juta per tahun). Di samping itu, kesimpulan ini juga harus memperhatikan beberapa catatan penting yang dapat berpengaruh terhadap hasil akhir. Selain signifikansi hasil uji statistik yang tidak terlalu kuat (4,2%), asumsi-asumsi yang digunakan dalam perhitungan biaya, misalnya tingkat keramaian pengunjung pusat perbelanjaan, memiliki peran besar dalam perhitungan biaya yang dibuat. Dengan kata lain, kesimpulan akhir dapat dipandang cukup sensitif terhadap perubahan beberapa parameter input yang digunakan. Selain itu, kesimpulan yang didapat hanya berlaku untuk bentuk layout area parkir yang serupa dengan yang dibahas dalam penelitian ini dan belum tentu menghasilkan kesimpulan yang sama pada layout yang berbeda.

Hal lain yang juga penting dibahas adalah pendekatan metode analisis keuangan yang dipakai yaitu *present worth* keuntungan pihak pengelola pusat perbelanjaan. Sebenarnya masih terdapat beberapa keuntungan lain yang bersifat *intangible*, baik bagi pengelola maupun konsumen, di antaranya sebagai berikut:

### 1. Image pusat perbelanjaan

Pusat perbelanjaan yang menggunakan sistem parkir dengan alternatif teknologi seperti diuraikan di atas akan menaikkan imagenya sebagai pusat perbelanjaan modern, mengingat belum ada pusat perbelanjaan lain yang telah berinisiatif ke arah ini. Dengan image tersebut, konsumen yang datang berkunjung berpotensi merupakan konsumen dengan daya beli besar.

### 2. Kepuasan pengunjung pusat perbelanjaan

Pengunjung tentunya mendapatkan kenyamanan yang lebih karena tidak harus mencari slot parkir kosong dengan menghabiskan waktu yang lama. Dengan berkurangnya waktu untuk mencari slot parkir kosong, para pengunjung dapat menghabiskan waktu lebih lama ketika berada di dalam gedung. Selain itu pemborosan BBM juga dapat dihindari. Kenyamanan pengunjung merupakan faktor penting mengingat ruang lingkup pusat perbelanjaan berada dalam industri jasa.

### 3. Kepuasan para tenant dari pusat perbelanjaan

Dengan meningkatnya pengunjung yang datang akan meningkat pula potensi tingkat penjualan dari para tenant. Peningkatan pengunjung yang datang akan memperbesar potensi pasar dari para tenant sehingga besar kemungkinan juga akan meningkatkan penjualan dan keuntungan para tenant.

### 4. Peningkatan keuntungan pusat perbelanjaan

Peningkatan penjualan yang dialami para tenant dapat meningkatkan keuntungan juga bagi pihak pengelola pusat perbelanjaan. Hal ini dikarenakan dengan peningkatan penjualan tersebut, para tenant akan

merasa pihak pengelola ikut memajukan usaha mereka, sehingga ikatan relasi para tenant dengan pihak pengelola akan semakin erat. Hal ini dalam jangka panjang juga membangun reputasi pusat perbelanjaan tersebut sehingga akan memudahkan pengelola dalam menerima aplikasi tenant maupun menyeleksi.

## Daftar Pustaka

- [1] Harrell, C., Ghosh, B. K. & Bowden, Jr., R. O. (2003). *Simulation Using ProModel* (2<sup>nd</sup> Ed.). McGraw-Hill.
- [2] Law, A. M. & Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis* (3<sup>rd</sup> Ed.). McGraw-Hill.
- [3] Saltzman, R. M. (1997). An Animated Simulation Model for Analyzing On-Street Parking Issues. *Simulation*, Vol. 69, No. 2, pp. 79-90.
- [4] Portilla, A. I., Oreña, B. A., Berodia, J. L. M. & Díaz, F. J. R. (2009). Using M/M/∞ Queueing Model in On-Street Parking Maneuvers. *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 135, No. 8, pp. 527-35.
- [5] Tatsumi, H. (2003). Modeling of Parking Lot Choice Behavior for Traffic Simulation. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 15, pp. 2077-91.
- [6] Yasuo, A. (1999). Evaluation of Parking Guidance and Information System Using Network Simulation Model. *Simulation for Traffic Engineering*, Vol. 34, No. 1, pp. 63-68.
- [7] Waterson, B. J., Hounsell, N. B. & Chatterjee, K. (2001). Quantifying the potential savings in travel time resulting from parking guidance systems – a simulation case study. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 52, pp. 1067-77.
- [8] Kunihiro, S., Shinji, K. & Hisashi, K. (2002). Effectiveness of Parking/Traffic Simulation for Optimizing Parking and Route Choice. *Infrastructure Planning Review*, Vol. 19, No. 3, pp. 433-38.
- [9] Ostojic, G., Stankovski, S. & Jovanovic, M. (2007). Implementation of RFID Technology in Parking Lot Access Control System. *RFID Eurasia*, 2007 1<sup>st</sup> Annual.
- [10] [http://www.itelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessor&controller&id=142%3Asistem-sensor-infra-merah&option=com\\_content&Itemid=15](http://www.itelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessor&controller&id=142%3Asistem-sensor-infra-merah&option=com_content&Itemid=15)
- [11] <http://nubielab.com/elektronika/analog/sensor-ultrasonik>
- [12] <http://rfidindonesia.net/artikel/9-pengenalan-rfid>