

PENDETEKSI TEMPAT PARKIR MOBIL KOSONG MENGUNAKAN METODE CANNY

Minati Yulianti¹, Cucu Suhery², Ikhwan Ruslianto³

^[1] ^[2] ^[3] Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak
Telp./Fax.: (0561) 577963

Email:

^[1]minatiyulianti@gmail.com, ^[2]csuhery@siskom.untan.ac.id

^[3]ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Semakin terbatasnya lahan parkir menyebabkan pemilik kendaraan mengalami kesulitan untuk mencari tempat parkir kosong. Untuk itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mendeteksi tempat parkir kosong untuk mempermudah pencarian tempat parkir. Penelitian ini membangun sebuah sistem yang dapat mendeteksi tempat parkir kosong menggunakan kamera (webcam) berbasis pengolahan citra dengan menggunakan metode canny. Hasil deteksi canny dapat menentukan tempat parkir yang kosong atau terisi. Keluaran yang dihasilkan berupa informasi jumlah dan posisi tempat parkir kosong yang ditampilkan di layar komputer dan layar display, sehingga pengelola dan pengguna dapat mengetahui informasi tempat parkir yang kosong. Pengujian dilakukan dengan 2 cara, cara pertama menggunakan 3 tempat parkir mobil dan 1 buah kendaraan yang diparkir dengan posisi berpindah-pindah. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali dan hasil pengujian menunjukkan keberhasilan sistem sebesar 93,33%. Cara kedua menggunakan 3 tempat parkir mobil dan 2 buah kendaraan yang diparkir dengan posisi berpindah-pindah. Pengujian ini dilakukan sebanyak 21 kali dan hasil pengujian menunjukkan keberhasilan sistem sebesar 85,71%.

Kata kunci : deteksi area parkir, pengolahan citra, *Canny*, *webcam*.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan yang dimiliki oleh masyarakat karena kebutuhan alat transportasi menyebabkan lahan parkir menjadi terbatas. Keterbatasan lahan parkir menyebabkan pemilik kendaraan harus berkeliling untuk mencari area parkir yang kosong. Pencarian ini menyebabkan penumpukan antrian saat pencarian lokasi parkir.

Zunaidi melakukan penelitian tentang pendeteksian tempat parkir kosong menggunakan metode *Background Subtraction*. Penelitian tersebut dilaksanakan secara simulasi dengan menggunakan miniatur tempat parkir. Sistem dibangun menggunakan *Console Application Visual C++ 2008* dengan memanfaatkan *Library OpenCV*. Hasil pendeteksian parkir kosong menunjukkan 150 kali percobaan sesuai dengan keadaan sebenarnya [1].

Pada penelitian lain Amanda menggunakan metode Canny untuk ekstraksi ciri serta metode Threshold untuk menentukan tempat parkir kosong. Implementasi sistem dilakukan dengan bantuan software Matlab R2009a sebagai bahasa pemrograman. Hasil pendeteksian parkir mobil diperoleh tingkat akurasi secara keseluruhan mencapai 100% [2].

Selanjutnya Arini melakukan penelitian deteksi ketersediaan area parkir dengan menggunakan metode *Background Subtraction*. Implementasi sistem menggunakan software Matlab R2009a. Tempat parkir yang digunakan adalah tempat parkir sebenarnya (*real*). Pengujian dilakukan dengan parameter nilai *threshold bw*, nilai *threshold* akhir, dan kondisi cuaca yang berbeda-beda. Hasil pengujian

deteksi ketersediaan area parkir diperoleh tingkat akurasi secara keseluruhan sebesar 100% [3].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dibangun sebuah sistem yang digunakan untuk mendeteksi tempat parkir mobil yang kosong dengan bantuan kamera *webcam* serta menggunakan metode *Canny* secara *realtime*. Kamera *webcam* merekam area tempat parkir yang digunakan untuk mendeteksi apakah area tersebut terdapat mobil atau tidak. Rekaman *webcam* langsung diolah pada sistem aplikasi yang telah dibuat dan hasil deteksi langsung ditampilkan pada antarmuka. Lahan parkir yang digunakan dalam penelitian ini ialah lahan parkir mobil beratap (*indoor*) dengan kapasitas jumlah parkir sebanyak 3 area.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Canny*. Hasil dari proses metode *Canny* menunjukkan jumlah dan posisi area parkir kosong. Selanjutnya hasil deteksi ditampilkan di layar komputer dan layar tambahan yang disimpan di area parkir mobil, sehingga pengelola dan pengguna parkir dapat mengetahui informasi tempat parkir yang kosong.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Citra

Citra yaitu gambar, secara khusus citra merupakan suatu gambaran yang dapat dilihat oleh mata dari suatu objek maupun beberapa objek. Berdasarkan sifatnya citra dibagi menjadi dua yaitu citra digital dan citra analog [4]:

A. Citra analog

Citra analog yaitu citra yang bersifat kontinu atau terus-menerus, contohnya seperti gambar pemandangan pada buku tulis, gambar pada monitor televisi, foto yang dicetak dikertas, foto sinar X, hasil CT scan dan lain-lain. Citra analog tidak bisa diolah atau diproses dalam komputer, agar dapat diproses di komputer citra analog harus diubah terlebih dahulu ke citra digital [4].

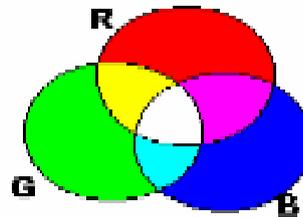
B. Citra Digital

Citra digital merupakan citra yang diproses menggunakan komputer berupa gambar 2 dimensi. Citra digital dibagi menjadi tiga jenis citra yaitu [5]:

1. Citra Berwarna

Citra berwarna yaitu suatu citra yang setiap pikselnya mewakili warna yang merupakan

kombinasi dari tiga warna dasar (RGB, yaitu merah (R atau *red*), hijau (G atau *green*), dan biru (B atau *blue*)). Kombinasi dari ketiga warna tersebut menghasilkan warna yang khas pada setiap piksel. Warna RGB dapat dilihat pada Gambar 1 [3].



Gambar 1. Representasi Warna RGB

2. Citra Berskala Keabuan

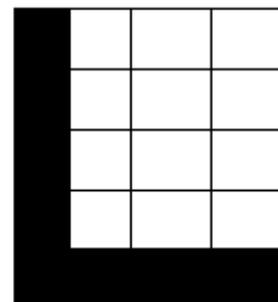
Citra berskala keabuan (*grayscale*) merupakan citra yang menghasilkan warna abu-abu yang merupakan kombinasi antara hitam dan putih. Setiap piksel pada citra *grayscale* dan disimpan dalam format 8 bit, dimana setiap piksel ini akan dinyatakan dalam intensitas warna yang dinyatakan dengan nilai antara 0 sampai dengan 255. Contoh citra berskala keabuan (*grayscale*) dapat dilihat pada gambar 2 [6].



Gambar 2. Contoh Citra Berskala Keabuan

3. Citra Biner

Citra biner sering dikenal juga dengan citra hitam-putih atau citra monokrom merupakan citra yang nilai pikselnya berupa angka 0 atau 1 atau dua keadaan seperti 0 dan 255. Berikut contoh susunan piksel pada citra biner dan representasinya dalam citra biner yang dapat dilihat dari gambar 3 [7].



Gambar 3. Citra Biner Berukuran 5x4 Piksel

2.2 Konversi ke Skala Keabuan (*Grayscale*)

Untuk mempermudah dalam proses pengolahan citra, terkadang citra harus diubah dari citra berwarna ke citra berskala keabuan dengan cara konversi ke citra *grayscale*. Citra ini menggunakan gradasi warna abu-abu yang merupakan kombinasi antara hitam dan putih [9].

Secara umum citra berwarna dapat dikonversi ke citra *grayscale* dengan rumus sebagai berikut [6]:

$$I = 0,2989 \times R + 0,5870 \times G + 0,1141 \times B \quad (1)$$

Dimana:

- I = citra berwarna keabuan
- R = nilai warna dasar *Red*
- G = nilai warna dasar *Green*
- B = nilai warna dasar *Blue*

2.3. Konvolusi

Konvolusi merupakan proses untuk memperoleh suatu piksel citra baru dengan menggunakan operasi sentral pada pengolahan citra. Pada pelaksanaan konvolusi, kernel digeser sepanjang baris dan kolom dalam citra sehingga diperoleh nilai piksel citra baru. Kernel merupakan matriks yang berukuran kecil yang terdiri dari elemen-elemen berupa bilangan. Cara kerja dari operasi konvolusi yaitu dengan mengalikan setiap nilai piksel citra tetangga dengan bobot yang berhubungan dengan kernel kemudian menjumlahkan hasil perkalian tersebut. Operasi konvolusi merupakan salah satu proses pada pengolahan citra deteksi tepi yang menggunakan filter.

Konvolusi dirumuskan sebagai berikut[5]:

$$HG(i, j) = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n f(i+x-1, j+y-1)G(x, y) \quad (2)$$

Dimana:

- HG (i,j) = Hasil Konvolusi
- i = 1, 2, 3, ... M - m + 1
- j = 1, 2, 3, ... N - n + 1
- M dan N = Ukuran baris dan kolom dari citra input
- m dan n = Ukuran baris dan kolom dari kernel

$G(x, y)$ = Nilai piksel kernel

$f(i+x-1, j+y-1)$ = Nilai piksel citra input

2.4. Deteksi Tepi

Suatu citra memiliki tepian yang dapat memberikan informasi penting mengenai citra

tersebut. Tepian citra dapat menjelaskan objek-objek yang ada di dalam citra, baik berupa bentuk maupun ukuran [6].

- Deteksi Tepi *Canny*

Deteksi *Canny* merupakan deteksi tepi yang paling optimal karena memiliki tingkat kesalahan yang rendah [6].

Metode ini dijelaskan sebagai berikut [8]:

- Tahap pertama citra dihaluskan dengan menggunakan *filter Gaussian* untuk mengurangi *noise*. Pada tahap ini nilai citra uji akan dikonvolusikan dengan kernel *Gaussian*. Berikut kernel *filter Gaussian* 5x5 [2]:

$$G(x, y) = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$

- Untuk menentukan kekuatan tepi dari hasil deteksi tepi *Canny* maka dihitung dengan rumus [6]:

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (3)$$

Dimana:

$|G|$ = Kekuatan tepi atau Gradien

G_x = Tepian horizontal

G_y = Tepian vertikal

- Untuk menghitung serta menentukan arah tepian pada setiap titik, maka digunakan rumus [6]:

$$\theta = \arctan \frac{G_y}{G_x} \quad (4)$$

Dimana:

θ = arah tepian

G_x = Tepian horizontal

G_y = Tepian vertikal

Untuk mendapatkan tepian horizontal nilai citra uji akan dikalikan dengan operator *Sobel* memiliki operator matrik 3x3 sebagai berikut [6]:

$$GX = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$GY = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- Garis tepi yang muncul selanjutnya diperkecil dengan proses penghilangan *nonmaximum suppression* agar menghasilkan garis tepian yang lebih tipis. Penghilangan *nonmaximum* dilakukan sepanjang tepi pada arah tepi dan meng-hilangkan piksel-piksel dengan mengatur piksel menjadi 0 yang tidak dianggap sebagai tepi [6].
- Setelah dilakukan proses penghilangan *nonmaximum suppression* selanjutnya dilakukan pengambangan (*thresholding*) menggunakan dua threshold, T1 (ambang bawah) dan T2 (ambang atas). Piksel dengan nilai lebih dari dari T2 disebut tepi yang kuat. Piksel dengan nilai antara T1 dan T2 disebut piksel tepi lemah. Nilai yang kurang dari T1 diubah menjadi hitam (nilai 0) dan nilai yang lebih dari T2 diubah menjadi putih (nilai 225) [6].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap yaitu tahapan pertama dimulai dengan mengumpulkan data yang berhubungan dengan deteksi tempat parkir, pengolahan citra serta pemahaman tentang metode *Canny* dari buku-buku, halaman *website*, makalah, hasil penelitian maupun jurnal-jurnal.

Tahapan kedua adalah menganalisa kebutuhan untuk membangun sistem serta semua yang mendukung dalam penelitian. Ada 3 kebutuhan yang harus dipenuhi yaitu kebutuhan *input* berupa kamera *webcam*, kabel USB, USB HUB serta lokasi tempat parkir sebagai objek penelitian. Kebutuhan kedua yaitu kebutuhan untuk pengolahan atau proses, berupa perangkat lunak yang digunakan. Selanjutnya kebutuhan *output*, berupa perangkat keras sebagai hasil tampilan sistem yang terdiri dari 1 buah layar komputer dan 1 buah layar tambahan yang disimpan pada area tempat parkir. Tempat parkir yang digunakan adalah tempat parkir beratap dengan kapasitas tempat parkir sebanyak 3 buah mobil.

Tahapan ketiga merancang sistem yang digunakan untuk mendeteksi dan menentukan tempat parkir kosong. Tahapan ini merancang sistem secara keseluruhan dan sistem perangkat lunak yang dibangun pada komputer.

Tahapan keempat yaitu menguji sistem untuk memastikan apakah sistem berfungsi

dengan baik sesuai perancangan. Pada tahapan ini hasil sistem yang telah dibuat diuji apakah hasil deteksi tempat parkir sesuai dengan keadaan sebenarnya atau tidak.

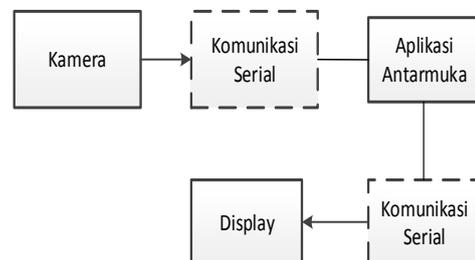
Tahap kelima merupakan tahapan akhir pada penelitian yaitu analisis apakah sistem telah berjalan dan berfungsi sesuai dengan perancangan awal. Jika sistem telah berhasil dalam mendeteksi tempat parkir kosong sesuai dengan keadaan sebenarnya maka sistem dapat dianggap telah sesuai dengan perancangan. Dalam penelitian beberapa kali didapatkan ketidakcocokan hasil dengan keadaan sebenarnya. Oleh karena itu, sistem beberapa kali dilakukan pembenahan hingga sampai pada tahapan sesuai dengan perancangan awal.

4. PERANCANGAN

Tahap perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi diagram blok perancangan sistem secara umum dan *flowchart* sistem perangkat lunak.

4.1 Diagram Blok Perancangan secara Umum

Diagram blok perancangan sistem secara umum dapat dilihat pada gambar 4.

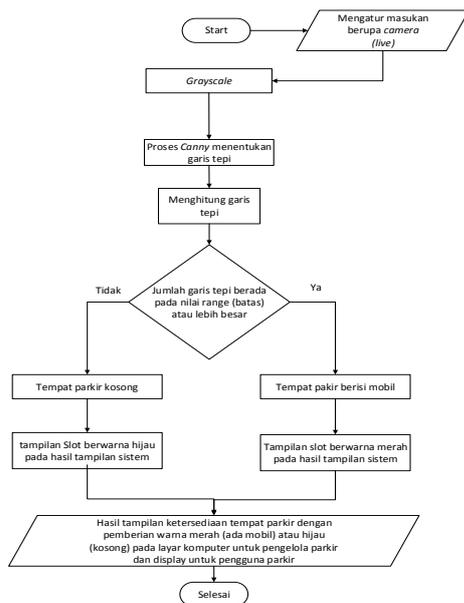


Gambar 4. Diagram Blok Perancangan Sistem Secara Umum

Perancangan sistem secara keseluruhan dimulai dengan merekam tempat parkir mobil dengan menggunakan kamera *webcam*. Kemudian hasil rekaman langsung diproses pada aplikasi antarmuka yang dibangun pada komputer. Komunikasi antara kamera dan aplikasi dilakukan dengan komunikasi serial yaitu komunikasi satu arah. Hasil proses pendektaksian juga ditampilkan pada layar display tambahan yang digunakan untuk memberikan informasi pada pengguna parkir.

4.2 Flowchart Sistem Perangkat Lunak.

Perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Flowchart sistem perangkat lunak

Proses dari sistem perangkat lunak dimulai dengan pengambilan citra dengan mengatur masukan berupa rekaman langsung dari kamera *webcam*. Selama perekaman, data langsung diproses pada sistem. Tahapan pertama pada pendeteksian yaitu mengubah citra berwarna dari citra masukan menjadi citra berskala keabuan dengan proses *grayscale*.

Proses selanjutnya masuk pada proses *Canny*, proses ini bertujuan untuk mendapatkan garis tepi pada objek yang ada pada citra. Proses *Canny* menghasilkan citra hitam putih dengan garis tepi membentuk objek yang ada pada citra. Warna putih menunjukkan tepian dari objek yang ada pada citra.

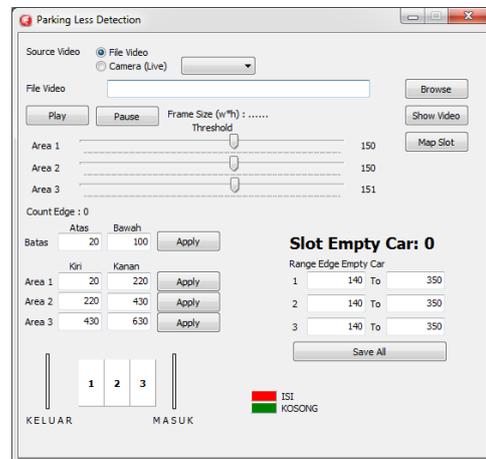
Hasil dari garis tepi *Canny* yang berupa nilai putih selanjutnya dijumlahkan pada setiap tempat parkir. Jumlah nilai putih yang didapat dibandingkan dengan *range* (batas) suatu posisi tempat parkir terisi mobil yaitu 140-350. Jika hasil yang didapat kurang dari 140 maka posisi area tersebut kosong dan jika berada pada 140-350 maka posisi tempat parkir tersebut terisi mobil.

Selanjutnya hasil deteksi ditampilkan pada antarmuka dengan memberikan warna hijau untuk posisi tempat parkir yang kosong dan warna merah untuk posisi tempat parkir yang terisi.

5. HASIL DAN PENGUJIAN

5.1. Fungsi dari Isi Antarmuka untuk Memulai Deteksi Tempat parkir

Antarmuka untuk memulai mendeteksi tempat parkir kosong yang digunakan oleh pengelola parkir dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Antarmuka untuk Memulai Deteksi

Pada gambar 6 terdapat beberapa pilihan tombol dan keterangan pada antarmuka yang berfungsi untuk proses deteksi tempat parkir kosong.

Terdapat pilihan tombol *source* video pada antarmuka yang berfungsi sebagai jenis pilihan dari masukan data bisa berupa *file* video yang telah disimpan atau rekaman langsung dari kamera *live*. Tombol *play* berfungsi untuk memulai proses mendeteksi. Tombol *Pause* merupakan tombol untuk menghentikan sementara proses mendeteksi.

Map slot merupakan tombol untuk menunjukkan hasil tempat parkir kosong dan jumlah tempat parkir kosong, yang digunakan sebagai antarmuka untuk pengguna parkir. *Count edge* berfungsi untuk menunjukkan hasil nilai jumlah garis tepi. Batas area 1, area 2, area 3, merupakan batasan yang membedakan posisi setiap tempat parkir dari kiri ke kanan dengan urutan 1, 2, dan 3.

Slot empty car berfungsi untuk menunjukkan jumlah tempat parkir mobil yang kosong. *Range edge empty car* merupakan nilai *range* (batas) suatu posisi tempat parkir berisi mobil. Kotak yang berisikan angka 1, 2, dan 3 merupakan ilustrasi posisi tempat parkir yang menjadi warna hijau bila area parkir kosong dan menjadi warna merah jika area parkir telah berisi mobil.

5.2. Pengujian pada Citra dan Hasil Deteksi

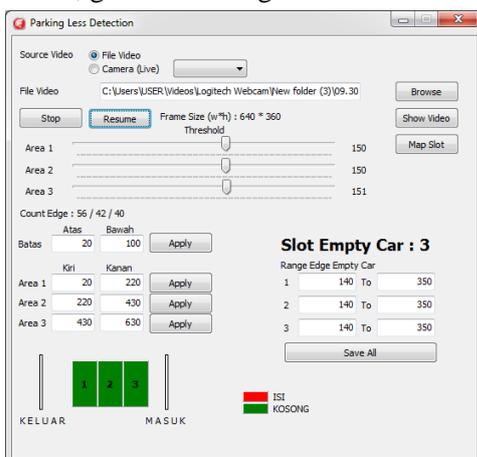
Pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 tempat parkir dengan masing-masing kondisi sebagai berikut:

- Ketiga tempat parkir kosong
- 1 tempat parkir berisi kendaraan dan 2 tempat parkir kosong
- 2 tempat parkir berisi kendaraan dan 1 tempat parkir kosong

Masing- masing pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Ketiga tempat parkir kosong

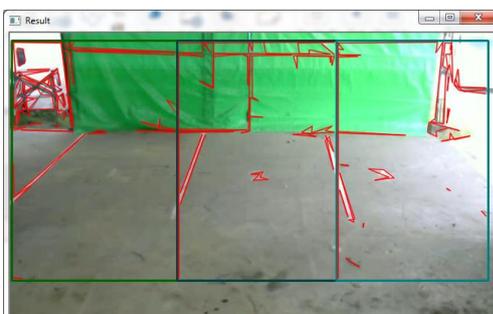
Pada kondisi ini, hasil antarmuka dan rekaman pendeteksian dapat dilihat pada gambar 7, gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 7. Antarmuka untuk Pengelola Parkir pada Saat Ketiga Tempat Parkir Kosong



Gambar 8. Antarmuka untuk Pengguna Parkir pada Saat Ketiga tempat Parkir Kosong

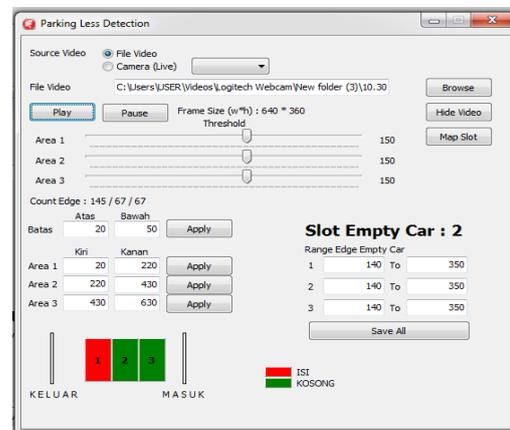


Gambar 9. Contoh Hasil Deteksi Tepi Canny pada Saat Ketiga tempat Parkir Kosong

Pada gambar 7 dan gambar 8 menunjukkan semua tempat parkir berwarna hijau. Hal ini berarti bahwa semua tempat parkir kosong. Gambar 9 merupakan salah satu contoh hasil deteksi rekaman tempat parkir dimana ketiga tempat parkir kosong.

2. 1 tempat parkir berisi kendaraan dan 2 tempat parkir kosong

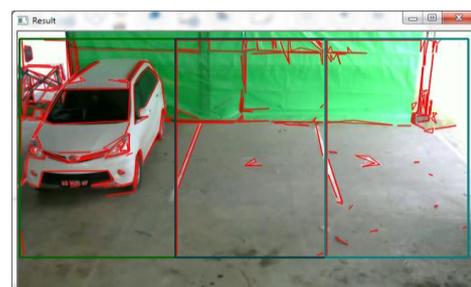
Pengujian dengan kondisi ini dilakukan sebanyak 30 kali dengan setiap area parkir ditempati 10 kali percobaan. Salah satu contoh kondisi antarmuka 1 tempat parkir berisi kendaraan dapat dilihat pada gambar 10, gambar 11 dan gambar 12.



Gambar 10. Antarmuka untuk Pengelola Parkir pada Saat 1 Tempat Parkir Berisi



Gambar 11. Antarmuka untuk Pengguna Parkir pada Saat 1 Tempat Parkir Berisi



Gambar 12. Contoh Hasil Deteksi Tepi Canny pada Saat 1 Tempat Parkir Berisi

Pada gambar 9 dan 10 posisi area tempat parkir nomor 1 menunjukkan warna merah sedangkan posisi area lainnya berwarna hijau. Hal itu berarti posisi area nomor 1 terisi mobil dan posisi area lainnya kosong. Gambar 11 menunjukkan hasil rekaman keadaan tempat parkir mobil beserta hasil deteksi *Canny*.

a. Posisi area parkir 1 berisi mobil

Jumlah nilai garis tepi *Canny* dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian posisi area 1 berisi mobil, area 2 dan 3 kosong

No	Jumlah Nilai Tepi <i>Canny</i>			Keterangan
	Area 1	Area 2	Area 3	
1	146	128	121	Benar semua area parkir
2	134	111	109	Salah pada area parkir 1, karena < 140
3	148	108	83	Benar semua area parkir
4	149	109	99	Benar semua area parkir
5	139	105	102	Salah pada area parkir 1, karena < 140
6	147	111	90	Benar semua area parkir
7	145	106	91	Benar semua area parkir
8	144	117	115	Benar semua area parkir
9	151	128	93	Benar semua area parkir
10	146	127	88	Benar semua area parkir

Pada pengujian ke 2 dan ke 5 gagal karena pada area 1 yang terisi mobil, jumlah nilai tepi *Canny* kurang dari 140. Sedangkan pengujian lainnya berhasil karena area 1 yang berisi mobil berada Antara 140-350. Sementara itu hasil pengujian pada area 2 dan 3 yang kosong dinyatakan semua berhasil, karena semua jumlah nilai tepi *Canny* kurang dari 140

b. Posisi area parkir 2 berisi mobil

Jumlah nilai garis tepi *Canny* dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian posisi area 2 berisi mobil, area 1 dan 3 kosong

No	Jumlah Nilai Tepi <i>Canny</i>			Keterangan
	Area 1	Area 2	Area 3	
1	55	179	86	Benar semua area parkir
2	93	227	90	Benar semua area parkir
3	93	178	60	Benar semua area parkir
4	110	182	73	Benar semua area parkir
5	93	170	60	Benar semua area parkir
6	87	181	63	Benar semua area parkir
7	91	182	50	Benar semua area parkir
8	98	173	46	Benar semua area parkir
9	94	173	78	Benar semua area parkir
10	92	179	56	Benar semua area parkir

Pada semua pengujian berhasil, karena pada area 2 yang terisi mobil nilai tepi *Canny* berada pada 140-350. Namun pada area 1 dan area 3 yang kosong nilai tepi *Canny* kurang dari 140

c. Posisi Area parkir 3 berisi mobil

Jumlah nilai garis tepi *Canny* dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian area 3 berisi mobil, area 1 dan area 2 kosong

No	Jumlah Nilai Tepi <i>Canny</i>			Keterangan
	Area 1	Area 2	Area 3	
1	93	99	246	Benar semua area parkir
2	93	95	220	Benar semua area parkir
3	90	98	196	Benar semua area parkir
4	91	115	178	Benar semua area parkir
5	87	106	210	Benar semua area parkir
6	95	105	209	Benar semua area parkir
7	91	102	189	Benar semua area parkir
8	91	100	198	Benar semua area parkir
9	88	93	187	Benar semua area parkir
10	92	99	192	Benar semua area parkir

Pengujian yang dilakukan pada semua area berhasil karena pada area 1 dan area 2 yang kosong nilai tepi *Canny* kurang dari 140. Sedangkan pada area 3 yang berisi mobil nilai tepi *Canny* berada Antara 140-350.

3. 2 tempat parkir berisi kendaraan dan 1 tempat parkir kosong

Pengujian kondisi ini dilakukan sebanyak 21 kali dengan 3 kondisi posisi mobil yang berbeda-beda. Pengujian pertama posisi area 1 dan area 2 berisi mobil, pengujian ke dua posisi area 2 dan area 3 berisi mobil dan pengujian ke tiga posisi area 1 dan area 3 berisi mobil.

Hasil pengujian dari ketiga kondisi tersebut dapat dilihat pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Posisi Area 1 dan area 2 berisi dan area 3 kosong

No	Jumlah Nilai Tepi Canny			Keterangan
	Area 1	Area 2	Area 3	
1	147	183	91	Benar semua
2	148	193	88	Benar semua
3	135	197	95	Salah, pada area parkir 1 < 140
4	142	201	87	Benar semua
5	132	188	83	Salah, pada area parkir 1 < 140
6	147	194	86	Benar semua
7	134	176	102	Salah, pada area parkir 1 < 140

Pada pengujian ke 3 dan ke 5 gagal karena pada area 1 yang berisi mobil jumlah nilai tepi Canny kurang dari 140. Sedangkan pada pengujian lainnya berhasil karena area 1 dan area 2 yang berisi mobil nilai tepi Canny berada antara 140-350. Sementara itu pada area 3 yang kosong semua pengujian berhasil, karena jumlah nilai tepi Canny kurang dari 140.

Tabel 5. Hasil Pengujian Area Parkir 1 dan Area Parkir 3 berisi dan Area Parkir 2 kosong

No	Jumlah Nilai Tepi Canny			Keterangan
	Area 1	Area 2	Area 3	
1	150	102	220	Benar semua area parkir
2	147	105	201	Benar semua area parkir
3	151	99	229	Benar semua area parkir
4	149	92	188	Benar semua area parkir
5	155	100	193	Benar semua area parkir
6	158	83	203	Benar semua area parkir
7	153	86	183	Benar semua area parkir

Pengujian pada semua area berhasil karena, pada area 1 dan area 3 yang berisi mobil

jumlah nilai Canny berada antara 140-350. Namun area 2 yang kosong nilai tepi Canny pada semua pengujian dibawah nilai 140.

Tabel 6. Hasil Pengujian Posisi Area 2 dan Area 3 berisi dan Area 1 kosong

No	Jumlah Nilai Tepi Canny			Keterangan
	Area 1	Area 2	Area 3	
1	153	86	183	Benar semua area parkir
2	81	149	207	Benar semua area parkir
3	77	158	229	Benar semua area parkir
4	73	173	189	Benar semua area parkir
5	88	179	194	Benar semua area parkir
6	82	166	195	Benar semua area parkir
7	75	153	204	Benar semua area parkir

Pada semua pengujian yang dilakukan berhasil karena pada area 2 dan area 3 yang berisi mobil jumlah nilai tepi Canny berada antara 140-350. Sementara itu pada area 1 yang kosong jumlah nilai Canny kurang dari 140.

5.3. Analisis Pengujian dan Hasil Deteksi

Dari hasil pengujian dapat dianalisa hal-hal sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian sistem menggunakan 1 mobil, 93,33% sistem dinyatakan berhasil mendeteksi ketersediaan tempat parkir mobil kosong dimana 2 dari 30 pengujian gagal.
2. Pengujian menggunakan 2 mobil dinyatakan sistem berhasil sebesar 85,71% berhasil mendeteksi ketersediaan tempat parkir mobil kosong dimana 3 dari 21 pengujian gagal. Keseluruhan sistem berhasil mendeteksi ketersediaan tempat parkir kosong yaitu sebesar 89,52%.
3. Kegagalan terjadi pada area parkir 1 karena posisi area 1 berada paling kiri dan terhalang oleh bangunan sehingga cahaya matahari kurang mengenai area 1 dan mengakibatkan hasil perekaman pada area 1 lebih gelap dari pada area lain.
4. Keadaan *noise* sekitar area juga salah satu faktor dari kegagalan pendeteksian.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari pengujian dan analisa mendeteksi ketersediaan tempat parkir kosong agar dapat memonitoring tempat parkir dengan metode Canny diperoleh hasil:

1. Indikator yang menyatakan bahwa tempat parkir kosong yaitu nilai garis batas tepi yang diperoleh kurang dari nilai *range* (batas) suatu area terisi mobil yang telah ditetapkan.
2. Rata-rata tingkat keberhasilan pendeteksian area parkir berisi 1 mobil dan 2 mobil adalah 89,52%. Metode *Canny* dinyatakan optimal untuk mendeteksi ketersediaan tempat parkir kosong.
3. Kegagalan mendeteksi kondisi tempat parkir dipengaruhi oleh cahaya matahari. Hasil perekaman tempat parkir yang gelap menyebabkan hasil deteksi kurang maksimal.

6.2. Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Dalam pendeteksian tempat parkir kosong perlu ditambahkan pengatur kontras atau intensitas cahaya matahari pada citra di dalam sistem, agar hasil lebih optimal.
2. Perekaman dapat ditambahkan dengan sudut maupun posisi yang berbeda agar jumlah tempat parkir bertambah banyak, dan memberikan informasi tempat parkir lebih banyak dari pada pengguna tempat parkir.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan metode pendeteksi lainnya atau menambahkan metode dalam penelitian agar dapat membandingkan metode yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zunaidi, Achmad Yusuf. 2013. *Rancang bangun Pendeteksi Tempat Parkir Kosong Berbasis Citra Digital*. Surabaya: Universitas STIKOM
- [2] Amanda, Algi. 2011. *Implementasi dan Analisis Pendeteksi Mobil Berbasis Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Universitas Institut Teknologi Telkom.
- [3] Ariani, Fanni. 2012. *Deteksi Ketersediaan Area Parkir Berbasis Background Subtraction*. Bandung: Universitas Institut Teknologi Telkom.
- [4] Sutoyo, T, M.Kom, S.Si, dkk., 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi.

- [5] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- [6] Kadir, Abdul. 2013. *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi*. Yogyakarta: Andi.
- [7] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- [8] Gonzales, R., P. 2004, *Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)*, diterjemahkan oleh Handayani, S., Andri Offset, Yogyakarta.