
Penerapan Algoritma A* Pada Pendeteksian Ketersediaan Lokasi Parkir Terdekat Berdasarkan Citra Lokasi Parkir

Ricky Andrian¹, Ria Puspawati Natalia Y², Gasim³

^{1,2,3}STMIK GI MDP, Jalan Rajawali No.14 Palembang, 0711-376400

e-mail: ¹rickyandrian@mhs.mdp.ac.id, ²riapuspadewi@mhs.mdp.ac.id, ³gasim@mdp.ac.id

Abstrak

Pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan membuat kebutuhan akan lahan parkir terus meningkat. Sehingga diperlukan perluasan lahan parkir yang telah ada. Namun, tingkat kesulitan untuk menemukan tempat parkir yang tersedia juga sebanding dengan banyaknya tempat parkir yang tersedia. Ilmu pengetahuan telah memberikan kontribusinya terhadap masalah seperti ini, salah satunya dengan penanaman sensor untuk mendeteksi ketersediaan lokasi parkir. Namun hal ini belum digunakan dengan maksimal mengingat besarnya biaya yang dibutuhkan untuk penanaman dan perawatan dari sensor tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mencari solusi dari kendala yang dialami dengan memanfaatkan pengolahan citra serta menerapkan algoritma pencarian heuristik yaitu algoritma A* untuk pencarian tempat parkir terdekat menuju gedung yang tersedia pada sebuah lahan parkir. Pengujian dilakukan pada dua jenis citra yaitu citra maket dan citra nyata. Pada citra maket nilai akurasi untuk pendeteksian ketersediaan tempat parkir yang tersedia sebesar 94,09% dan sebesar 86,11% pada citra nyata. Sedangkan untuk pendeteksian tempat parkir yang terdekat sebesar 86,63% untuk citra maket dan sebesar 66,67% untuk citra nyata.

Kata kunci—Pengolahan Citra, Lokasi Parkir

Abstract

The massive growth of the number of vehicles make the needs of parking lot increased rapidly. Therefore the expansion of parking lot capacity is required to fill the needs. Although the level of difficulty to find a vacant parking slot will also increase. Science has their contribution to this kind of problem like this, one of them is by planting sensors to detect the availability of a vacant parking slot. Though this technology is not fully used due to the expensive cost for the implementation and maintenance. The purpose of this research is to find a solution to the problems encountered by using image processing and applying a heuristic search algorithm, algorithms A*, to search the nearest available spot in a parking lot to the entrance of the building. Testing conducted in two types of image, maket image and real image. The value of accuracy to detect the availability of parking lot for maket image is 94,09% and 86,11% for real image. While the detection of the nearest parking lot is 86,36% for maket image and 66,67% for real image.

Keywords—Image Processing, Parking Lot

1. PENDAHULUAN

Tersedianya lahan parkir yang memadai merupakan suatu keharusan untuk tempat – tempat umum seperti stadium, hotel, gedung perkantoran, rumah sakit dan mall. Hal ini membuat para pemilik tempat tersebut memperluas kapasitas dari lahan parkir yang mereka

miliki. Positifnya, kecil kemungkinan bagi pengunjung untuk tidak mendapatkan tempat parkir. Negatifnya, jumlah tempat parkir yang begitu banyak membuat para pengunjung terkadang kesulitan dalam mencari tempat parkir tersedia yang terdekat dengan pintu masuk dari sebuah gedung. Walau ilmu pengetahuan telah memberikan kontribusinya terhadap penanganan masalah pencarian tempat parkir yang tersedia melalui sensor, besarnya biaya yang dibutuhkan dari penanaman sensor dan tingkat kerentanan akan kerusakan yang tinggi membuat kurangnya peminat dalam penanaman sensor tersebut pada lahan parkir yang mereka miliki.

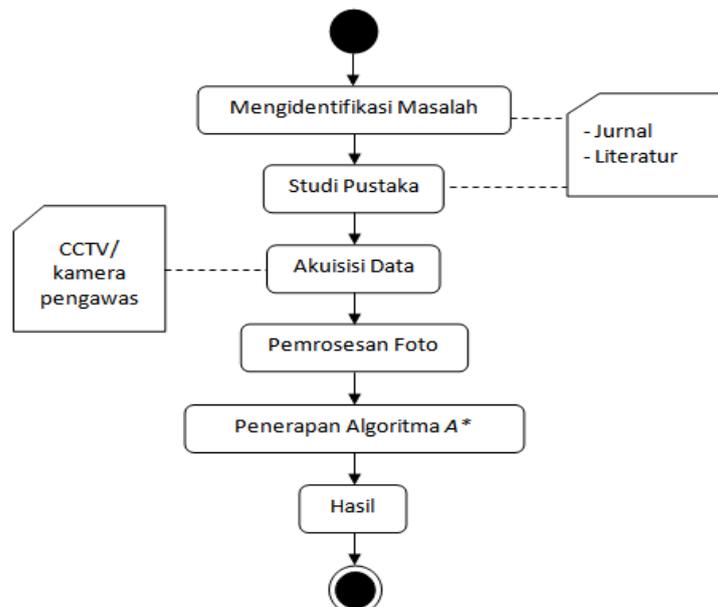
Berdasarkan pada penelitian – penelitian mengenai Algoritma A* sebelumnya yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa algoritma A* lebih baik dalam mendapatkan jalur yang lebih pendek dibandingkan dengan algoritma *Greedy* [1], algoritma A* benar – benar terpengaruh oleh fungsi heuristik yang digunakannya [2], algoritma A* merupakan salah satu algoritma *Branch & Bound* yang selalu memberikan solusi yang optimal [3], A* tidak selalu menjamin mendapatkan rute terbaik (bobot terkecil) [4], algoritma A* memberikan hasil yang lebih baik daripada BFS dalam pencarian rute terpendek [5], penggunaan algoritma A* tidak menjamin bahwa rute yang terpilih adalah rute terbaik atau paling optimal. [6]

Dan penelitian sebelumnya mengenai pencarian lokasi parkir terdekat yang mendapatkan hasil bahwa pendeteksian ketersediaan tempat parkir yang kosong berdasarkan *image based* telah berhasil namun masih dibatasi oleh kondisi cuaca pendeteksian [7], penggunaan *Feature Detection Stream* dan *Edge Detection* mampu menangani kondisi – kondisi khusus seperti situasi cuaca, dan pencahayaan [8], penggunaan tanda yang dilukis pada setiap tempat parkir membuat proses pendeteksian tempat parkir kosong lebih mudah dilakukan [9], penggunaan metode *Background Detection* memiliki tingkat akurasi 100% [10], penggunaan metode *Vehicle Detection* dan *Operator Laplacian of Gaussian* pada file citra dengan nilai *threshold* 30% memiliki tingkat akurasi pendeteksian tertinggi yaitu sebesar 93,2%. [11]

Penelitian ini menggunakan algoritma A* untuk mencari jarak terdekat dalam kasus mencari ruang parkir kosong yang terdekat dengan input citra lokasi parkir.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian yang akan dilakukan ini, digunakan Metodologi Penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



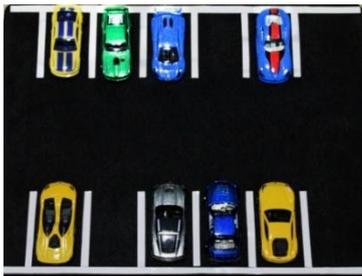
Gambar 1 Metodologi Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan analisis latar belakang, permasalahan, tujuan, serta ruang lingkup. Kemudian dilakukan pencarian referensi tentang penelitian terkait yang mendasari dan mendukung penelitian ini.

2.2 Akuisisi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah foto *real* lokasi parkir dan foto dengan menggunakan maket. Kemudian, dilakukan penyeleksian hasil foto yang layak dan tak layak untuk dipakai pada saat pemrosesan foto. Foto diambil pada saat cuaca cerah dan pada ruang terbuka (*outdoor*). Gambar 2 merupakan contoh foto maket yang akan digunakan dan Gambar 3 merupakan contoh foto *real* yang akan digunakan.



Gambar 2 Contoh Foto Maket



Gambar 3 Contoh Foto *Real*

2.3 Pemrosesan Foto

Pemrosesan citra dari data yang telah diakuisisi dengan berdasarkan proses yang dijabarkan pada Gambar 4.

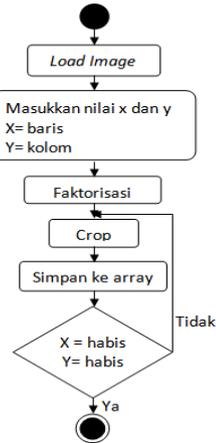


Gambar 4 *Flowchart* Pemrosesan Foto

Diawali dengan foto hasil akuisisi yang ditunjukkan pada Gambar 5, kemudian dilakukan proses *Cropping* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



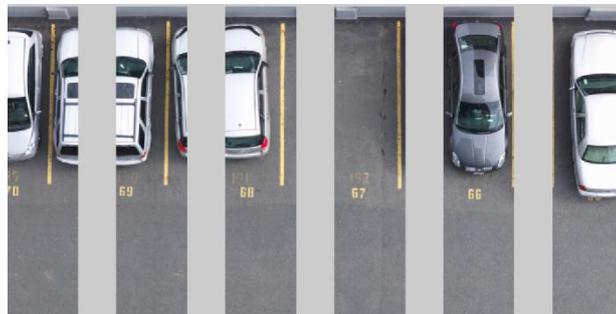
Gambar 5 Contoh Foto Hasil Akuisisi



Gambar 6 Flowchart Cropping

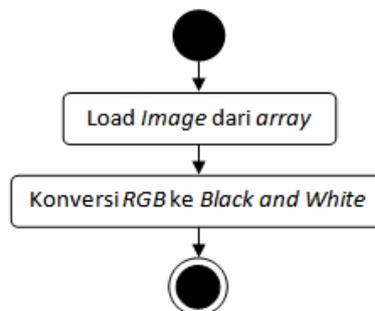
Gambar 6 menjelaskan langkah demi langkah mengenai proses *Cropping*, yaitu dengan *load image* dari foto yang telah diinput sebelumnya, lalu memasukkan nilai variabel x dan y untuk pembagian jumlah baris dan kolom yang menentukan banyak foto yang terbagi/ terpotong. Langkah selanjutnya yaitu membagi / memotong foto sesuai dengan jumlah baris dan kolom yang telah ditentukan melalui nilai variabel x dan y .

Selanjutnya hasil *cropping* tersebut akan disimpan pada sebuah array, setelah itu akan dilakukan pemeriksaan pada nilai variabel x dan y , bila nilai variabel x dan y telah terpenuhi maka proses *cropping* telah selesai dilakukan. Gambar 7 menunjukkan contoh hasil *cropping* dari citra *real* yang terdiri dari 6 *slot* tempat parkir sehingga pemotongan citra dibagi menjadi 6 *slot*.



Gambar 7 Hasil Cropping

Setelah melewati proses *cropping*, dilakukan proses konversi *RGB* ke *Black and White* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



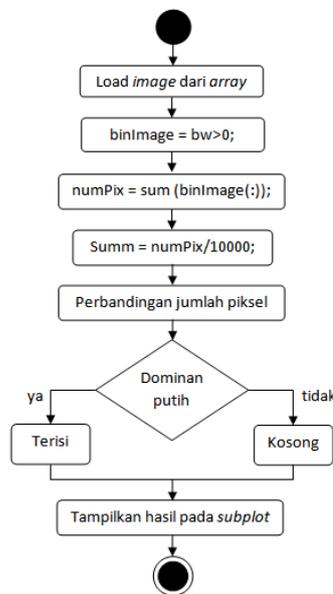
Gambar 8 Flowchart Konversi Black and White



Gambar 9 Hasil Konversi RGB ke Black and White

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa citra telah melalui proses *cropping* yang dilakukan pada proses sebelumnya menjadi 6 slot parkir dan citra telah dikonversi dari gambar RGB ke Black and White untuk setiap slot yang telah di *cropping*.

Setelah melewati tahap konversi dari RGB ke Black and White tahap selanjutnya merupakan tahap Deteksi Ketersediaan Parkir seperti yang di tunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Flowchart Deteksi Ketersediaan Parkir

Gambar 10 merupakan tahapan pendeteksian ketersediaan parkir. Langkah pertama yang dilakukan adalah *load image* yang telah di *cropping* dan dikonversi ke *black and white* dari *array* sebelumnya, kemudian dilakukan pencarian piksel putih dari *image* menggunakan $binImage = bw > 0;$.

Setelah mencari piksel berwarna putih, dilakukan penjumlahan piksel berwarna putih menggunakan $numPix = sum (binImage(:));$, setelah itu dilakukan penyederhanaan nilai dari penjumlahan piksel tersebut dengan menggunakan $summ = numPix / 10000;$.

Setelah mendapatkan hasil dari penyederhanaan tersebut, dilakukan perbandingan nilai jumlah piksel putih tersebut, apabila nilai jumlah piksel putih yang didapat lebih atau kurang dari nilai yang telah ditentukan, kemudian dapat ditentukan lokasi parkir yang kosong dan terisi. Setelah itu, hasil dari pendeteksian tempat yang tersedia akan ditampilkan pada *subplot*.

Setelah mencari piksel berwarna putih, dilakukan penjumlahan piksel berwarna putih dan membandingkan nilai jumlah piksel putih tersebut untuk menentukan lokasi parkir yang kosong dan terisi. Gambar 11 merupakan contoh hasil deteksi ketersediaan lokasi parkir.

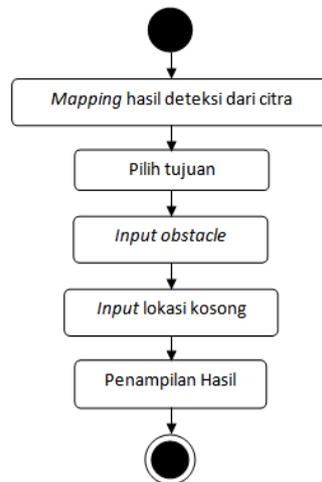


Gambar 11 Hasil Deteksi Ketersediaan Lokasi Parkir

Gambar 11 yang terdiri dari 6 *slot* parkir telah diproses untuk penghitungan jumlah piksel putih. Dari hasil penjumlahan piksel putih untuk setiap *slot* parkir yang telah di *cropping* dan dikonversi menjadi *black and white*, dilakukan perbandingan untuk penentuan pendeteksian ketersediaan tempat parkir. Hasil dari perbandingan piksel putih itu didapatkan bahwa citra tersebut memiliki 1 (satu) tempat parkir yang kosong dan 5 (lima) tempat parkir yang terisi, hasil pendeteksian itu ditampilkan pada hasil *cropping* dan diberi keterangan berupa “*AVAILABLE*” untuk lokasi parkir yang tersedia dan “-” untuk lokasi parkir yang terisi.

2.4 Penerapan Algoritma A*

Penerapan Algoritma A* untuk menentukan lokasi parkir kosong terdekat menuju pintu masuk gedung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Flowchart Algoritma A*

Gambar 12 menunjukkan langkah – langkah yang dilakukan pada saat akan menerapkan Algoritma A* adalah melakukan *mapping* hasil deteksi dari citra yang telah diolah, kemudian memilih lokasi tujuan, menginput *obstacle* dan menginput lokasi parkir yang tersedia. Dalam penerapan algoritma A*, berikut adalah langkah - langkah *pseudocode* yang menjadi acuan dalam penerapan algoritma A* : [12]

1. Masukkan *node* awal ke *openlist*.
2. *Loop* langkah – langkah di bawah ini :
 - a. Cari *node* (n) dengan nilai $f(n)$ yang paling rendah dalam *open list*. *Node* ini sekarang menjadi *currentnode*.
 - b. Keluarkan *currentnode* dari *openlist* dan masukan ke *close list*.
 - c. Untuk setiap tetangga dari *currentnode* lakukan berikut :
 - i. Jika tidak dapat dilalui atau sudah ada dalam *closedlist*, abaikan.
 - ii. Jika belum ada di *open list* . Buat *currentnode parent* dari *node* tetangga ini. Simpan nilai f , g dan h dari *node* ini.

- iii. Jika sudah ada di *open list*, cek bila *node* tetangga ini lebih baik, menggunakan nilai *g* sebagai ukuran. Jika lebih baik ganti *parent* dari *node* ini di *openlist* menjadi *currentnode*, lalu kalkulasi ulang nilai *g* dan *f* dari *node* ini.
- d. Hentikan *loop* jika :
 - i. *Node* tujuan telah ditambahkan ke *openlist*, yang berarti rute telah ditemukan.
 - ii. Belum menemukan *node goal* sementara *openlist* kosong, yang berarti rute telah ditemukan.
- 3. Simpan rute secara "*backward*", urut mulai dari *node goal* ke *parent* nya terus sampai mencapai *node* awal sambil menyimpan *node* ke dalam sebuah *array*.

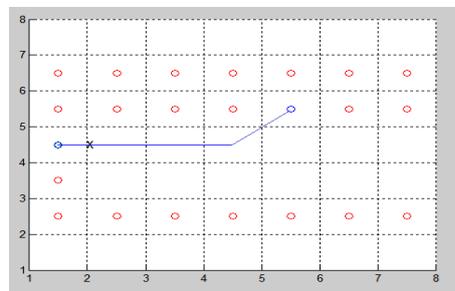
2.5 Hasil

Hasil dari proses yang telah dijabarkan adalah berupa tampilan dari citra lokasi parkir yang telah ditandai dengan keterangan "*AVAILABLE*" untuk tempat yang tersedia, sedangkan keterangan "-" untuk tempat yang telah ditempati atau tidak tersedia. Gambar 13 dan Gambar 14 menunjukkan contoh hasil akhir dari semua proses yang telah dilakukan.



Gambar 13 Gambar Hasil Akhir

Gambar 13 adalah contoh gambar hasil akhir pendeteksian tempat parkir yang tersedia setelah melalui proses *cropping*, konversi *RGB* ke *Black and White* dan deteksi ketersediaan lokasi parkir yang telah dilakukan, pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa dari 6 (enam) tempat parkir yang ada, 5 (lima) *slot* terisi atau tidak tersedia dan memiliki keterangan "-" dan 1 (satu) *slot* kosong atau tersedia dan memiliki keterangan "*AVAILABLE*".



Gambar 14 Hasil Akhir Pada Penerapan Algoritma A*

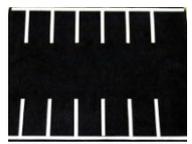
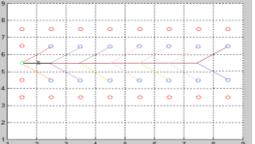
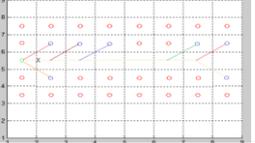
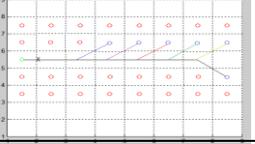
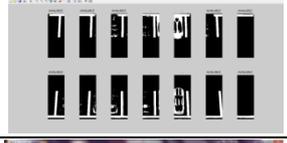
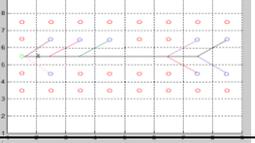
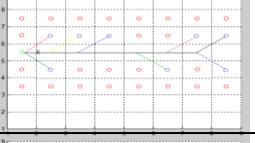
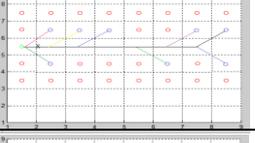
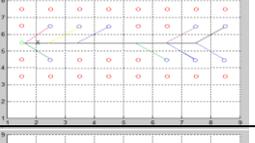
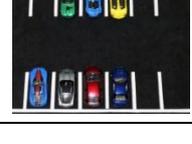
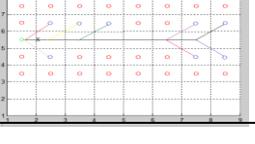
Gambar 14 merupakan hasil akhir dalam penerapan algoritma A* dalam pendeteksian lokasi parkir terdekat berdasarkan citra lokasi parkir yang telah diproses pada Gambar 13. Pada Gambar 14 baris 5 (lima) kolom 5 (lima) menunjukkan *slot*

parkir yang tersedia, dan pada baris 4 (empat) kolom 1 (satu) menunjukkan posisi awal kendaraan atau *starting point*. Sedangkan garis yang menghubungkan baris 4 (empat) kolom 1 (satu) dan baris 5 (lima) kolom 5 (lima) merupakan jalur terpendek yang direkomendasikan untuk dilalui.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penerapan algoritma A* dalam pencarian lokasi parkir terdekat, Tabel 1 dan Tabel 2 adalah hasil dari proses *cropping*, konversi ke *black and white*, penghitungan piksel serta penentuan lokasi parkir tersedia pada Citra Maket dan Citra *Real* yang telah dilakukan.

Tabel 1 Hasil Pengolahan Citra dan Penerapan Algoritma pada Citra Maket

No.	Citra Awal	Hasil Pengolahan	Hasil Penerapan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

9			
10			
11			

Tabel 2 Hasil Pengolahan Citra dan Penerapan Algoritma pada Citra Nyata

No.	Citra	Citra	Hasil Penerapan
1			
2			
3			

Tabel 1 berisi data citra yang diakuisisi dari maket yang telah dibuat, sedangkan Tabel 2 berisi data citra nyata yang diakuisisi dari lokasi parkir di kota Palembang serta citra lokasi parkir yang diakuisisi dari *internet*. Tabel 1 dan Tabel 2 merupakan contoh citra yang diinput, hasil akhir dalam pendeteksian lokasi parkir yang tersedia dan hasil akhir dari penerapan algoritma A* yang telah dilakukan. Hasilnya akan diterapkan pada pencarian lokasi parkir terdekat yang tersedia.

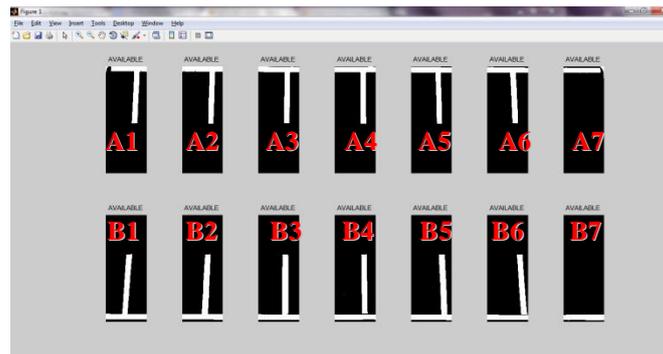
Pada Tabel 3 dan Tabel 4 berisi hasil penerapan dari algoritma A* pada citra yang telah diproses sebelumnya. *Slot* parkir pada tabel dengan warna hijau atau non arsir adalah *slot* parkir yang kosong atau tersedia, sedangkan *slot* parkir pada tabel dengan warna merah atau arsir adalah *slot* parkir yang berisi atau tidak tersedia. Berikut adalah acuan rumus untuk menghitung nilai akurasi penerapan algoritma A* pada citra lokasi parkir yang telah diproses sebelumnya. [13]

$$\text{Akurasi} = \left\| \frac{\text{Selisih Pengamatan Real dan Pengamatan Program}}{\sum \text{Kapasitas Lokasi Parkir Pada Citra}} \right\| \times 100 \%$$

Sedangkan untuk penghitungan tingkat rata – rata dari akurasi mengacu pada rumus berikut :

$$\text{Rata – Rata Akurasi} = \left\| \frac{\sum \text{Tingkat Akurasi Citra Uji Coba}}{\sum \text{Citra Uji Coba}} \right\|$$

Untuk memudahkan pemahaman penelitian, data yang akan dibahas pada Tabel 3 dan Tabel 4 akan disederhanakan dengan penamaan *slot*.



Gambar 15 Pemetaan Penamaan *Space Parking Lot* Algoritma A*

Gambar 15 merupakan panduan untuk memahami penamaan *space parking lot* dari Tabel 3 yang memproses citra maket.

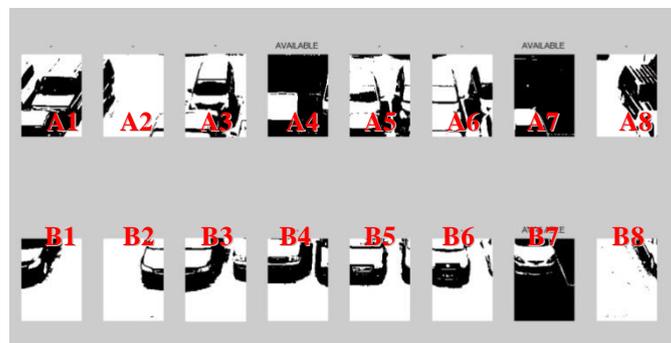
Tabel 3 Hasil Perhitungan Akurasi Penerapan Algoritma A* pada Citra Maket

No	Pengamatan <i>Real</i>	Keterangan Program	Akurasi																												
1	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	100 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
2	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
3	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
4	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,14 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
5	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
6	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
8	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
9	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
10	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	100 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
11	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td><td>A6</td><td>A7</td></tr> <tr><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td><td>B6</td><td>B7</td></tr> </table>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	92,85 %
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7																									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																									
Rata – Rata Akurasi			94,09%																												



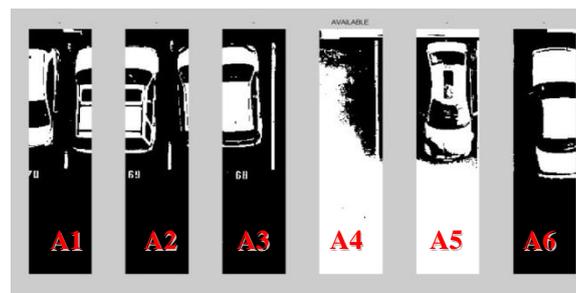
Gambar 16 Pemetaan Penamaan *Space Parking Lot Citra Real 1*

Gambar 16 merupakan panduan untuk memahami penamaan *space parking lot* dari Tabel 4 yang memproses citra *real 1*.



Gambar 17 Pemetaan Penamaan *Space Parking Lot Citra Real 2*

Gambar 17 merupakan panduan untuk memahami penamaan *space parking lot* dari Tabel 4 yang memproses citra *real 2*.



Gambar 18 Pemetaan Penamaan *Space Parking Lot Citra Real 3*

Gambar 18 merupakan panduan untuk memahami penamaan *space parking lot* dari Tabel 4 yang memproses citra *real 3*.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Akurasi Penerapan Algoritma A* pada Citra Real

No	Pengamatan Real	Keterangan Program	Akurasi
1			83,34%
2			75 %
3			100 %
Rata – Rata Akurasi			86,11 %

Pada Tabel 3, rata – rata akurasi penerapan algoritma A* pada citra maket adalah 94,9% dan berdasarkan perhitungan pada Tabel 4, rata – rata akurasi penerapan algoritma A* pada citra *real* adalah 86,11%. Berdasarkan pada hasil akurasi yang telah didapatkan, algoritma A* dapat diterapkan dalam pendeteksian lokasi parkir kosong yang terdekat.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Algoritma A* dapat diterapkan ke dalam pendeteksian lokasi parkir terdekat berdasarkan citra lokasi parkir dengan tingkat akurasi rata – rata 94,09% pada citra maket dan 86,11% pada citra *real*.
2. Sesuai dengan penelitian penelitian terdahulu yang dilakukan, bahwa algoritma A* hanya memanfaatkan satu *point start* dan satu *point finish* sehingga tidak terlalu efektif dalam pencarian lokasi parkir terdekat yang memiliki lebih dari 1 lokasi parkir yang tersedia.[6]

5. SARAN

Saran yang dapat direkomendasikan dalam penelitian ini adalah :

1. Penggunaan Algoritma lain yang dapat digunakan untuk *point start* lebih dari satu dan untuk target *finish* yang tunggal atau lebih dari satu.
2. Peningkatan akurasi pendeteksian tempat parkir yang tersedia menggunakan pengolahan citra deteksi tepi atau deteksi histogram atau deteksi kendaraan roda empat yaitu mobil.
3. Pengembangan penelitian untuk pendeteksian citra *outdoor* dengan *noise* atau pencahayaan yang beragam serta pengembangan untuk pendeteksian citra *indoor*. Diambil dari sudut yang membuat semua *slot* parkir terlihat jelas tanpa ada halangan, lantai dari lapangan parkir juga sebaiknya berwarna sama yaitu hitam pekat.
4. Diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai perangkat lunak atau *software* untuk diimplementasikan pada tempat parkir demi memudahkan pengguna untuk mendapatkan informasi mengenai ketersediaan lokasi parkir terdekat yang lebih lanjut diharapkan dapat membantu meningkatkan *traffic flow* yang berdampak pada penghematan emisi bahan bakar serta waktu yang dibutuhkan pengunjung untuk menemukan tempat parkir terdekat yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

-
- [1] Yuliana, Ananda dan Surya, I. 2012, *Implementasi Algoritma A Star pada Pemecahan Puzzle 8*, Politeknik Caltek Riau: *Jurnal Teknik Informatika*, Vol.1.
- [2] Riyadi, P.D.M. 2010, *Algoritma Pencarian A* dengan Fungsi Heuristik Jarak Manhattan*, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Mutiana, V. Amastini, F. dan Mutiara 2013, *Optimasi Pencarian Jalur dengan Metode A-Star*, Universitas Multimedia Nusantara.
- [4] Putra, R.D. Aswin, M. Djurianto 2012, *Pencarian Rute Terdekat pada Labirin Menggunakan Metode A**, *Jurnal EECCIS*, Vol. 6 (2).
- [5] Adipranata, R. Handojo, A. dan Setiawan 2007, *Aplikasi Pencari Rute Optimum pada Peta Guna Meningkatkan Efisiensi Waktu Tempuh Pengguna Jalan dengan Metode A* dan Best First Search*, Universitas Kristen Petra – Jurusan Teknik Informatika – Fakultas Teknologi Industri.
- [6] Tilawah, Haspari 2011, *Penerapan Algoritma A-Star (A*) untuk Menyelesaikan Masalah Maze*, Institut Teknologi Bandung.
- [7] Al-Kharusi, H. dan Al-Bahadly 2014, *Intelligent Parking Management System Based on Image Processing*, *World Journal of Engineering and Technology* Vol. 2, hal. 55-67.
- [8] D.B.L. Bong, K.C. Ting, dan K.C. Lai. *Integrated Approach in The Design of Car Park Occupancy Information System (COINS)*, *IAENG International Journal of Computer Science*. 35 (1), Malaysia, 2008.
- [9] Yusnita, R. Norbaya, F. dan Basharuddin, N. 2012, *Intelligent Parking Space Detection System Based on Image Processing*, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 3 (3).
- [10] Zunaidi, A.Y. Harianto dan Christianto, M. 2013, *Rancang Bangun Pendeteksi Tempat Parkir Kosong Berbasis Citra Digital*, *Journal of Control and Network Systems*, 2 (1) 26-34.
- [11] Tyasa, M.A. dan Santoso, Edy 2012, *Deteksi Tempat Kosong pada Lahan Parkir Mobil Menggunakan Metode Vehicle Detection dan Operator Laplacian of Gaussian (LoG)*, Universitas Brawijaya Malang.
- [12] *Pseudocode Algoritma A**, Diakses 13 Agustus 2014 dari http://grobvater.blogspot.com/2011/03/pathfinding-algoritma-pencarian-rute_20.html
- [13] J. Barton, J. Buckley, N. O'Flynn, S.C. O'Mathuna, K.P. Benson, t. o'Donovan dan U. Roedig, "The D-Systems Project – Wireless Sensor Networks for Car-Park Management," IEEE 65th Conf. *Vehicular Technology*, Dublin, 2007, hal 170-173.
-