

PERANCANGAN PROTOTIPE SISTEM PENGHITUNG SPACE PARKIR UNTUK 3 LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE KALMAN FILTER

Diana Putri Permata Siwi¹, Wahyu Setyo Pambudi²

^{1,2} Institut Teknologi Adhi Tama
Surabaya, Indonesia

E-mail:¹ dianaputripermatasiwi@gmail.com; ² wahyusp@itats.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan pengguna kendaraan bermotor terus bertambah tiap tahunnya di Jawa Timur. Pertumbuhan paling pesat yaitu terjadi di Surabaya, dengan rata-rata 7.03% per tahun. Dari permasalahan tersebut banyak pengaruh yang terjadi, salah satunya tempat parkir. Penyediaan informasi untuk mengetahui tempat parkir kosong saat ini sangat minim, sehingga sedikit menyulitkan para pengguna kendaraan bermotor terutama mobil saat hendak memarkirkan kendaraan di gedung berlantai. Sebelumnya sudah dilakukan penelitian tentang pembuatan sistem penghitung tempat parkir kosong dengan menggunakan pengolahan citra digital namun hasil yang didapat masih belum sesuai dengan apa yang di harapkan. Sehingga dilakukan penelitian dengan harapan dapat memperbaiki hasil yang ada pada penelitian sebelumnya. Perbedaan dalam penelitian kali ini yaitu menggunakan metode kalman filter yang berfungsi untuk memperbaiki ketidak stabilan hasil perhitungan pada pendeteksian tempat parkir kosong. Hasil yang didapatkan dari penelitian kali ini ketelitian perhitungan tempat parkir 89.2% atau naik 12.73% dari penelitian sebelumnya.

Kata Kunci: tempat parkir, pengolahan citra, kalman filter

1. PENDAHULUAN

1.1 Heading 2/Subbagian

Terjadinya peningkatan untuk pengguna kendaraan bermotor terus bertambah dari tiap tahun. Pada saat ini permasalahan pertumbuhan kendaraan menjadi dikhawatirkan karena sulit diatasi. Rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Jawa Timur berkisar antara 5-10% per tahun. Sedangkan untuk pertumbuhan kendaraan bermotor yang sangat pesat di Jawa Timur yaitu Surabaya yang memiliki rata-rata pertumbuhan sebesar 7.03 %. [1]

Dari permasalahan diatas banyak sekali pengaruh yang terjadi salah satunya untuk penyediaan lahan parkir. Apalagi saat ini mulai dari perkantoran yang berada di gedung tinggi dan pusat perbelanjaan memiliki lahan parkir yang berada di gedung berlantai. Kebanyakan petugas parkir dalam memberikan informasi tentang ketersediaan slot kosong untuk parkiran kurang. Sehingga para pengguna sangat kesulitan dan dapat menghabiskan banyak waktu dalam mencari lahan parkir yang kosong.

Image Processing adalah suatu teknik yang digunakan untuk memproses sebuah image atau gambar dengan cara memanipulasinya untuk mendapatkan informasi [2][3]. Aplikasi image processing dapat digunakan untuk mendeteksi obyek pergerakan manusia, sebuah benda maupun untuk mendeteksi space parkir [1-10]. Mendeteksi space parkir bisa menggunakan camera dan diproses dengan Visual Studio 2010 dengan menggunakan Bahasa C#, dimana prosesnya adalah image capture, image preprocessing dan image interpretation [7-11]. Pada aplikasi deteksi space parking, unit utama untuk melakukan pengolahan image menggunakan

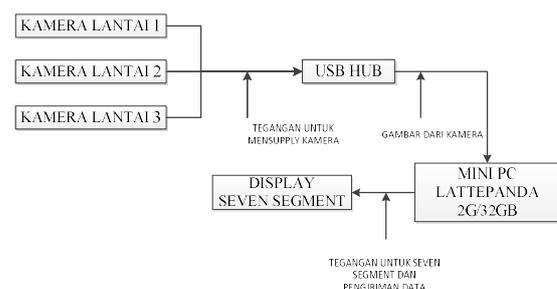
personal computer (PC), sehingga apabila diterapkan pada kondisi yang sebenarnya akan terkendala dengan ukuran PC.

Kalman Filter pada dasarnya adalah suatu set persamaan proses operasi matematika yang memiliki dua bagian tahapan nilai inisialisasi yaitu update pengukuran dan update waktu. Update pengukuran disebut juga dengan update koreksi, kemudian setelah diapat nilai penguatannya maka proses selanjutnya yaitu dimasukkan didalam update waktu atau bisa juga disebut dengan update prediksi. [4]

2. METODE

2.1 Ketentuan Umum

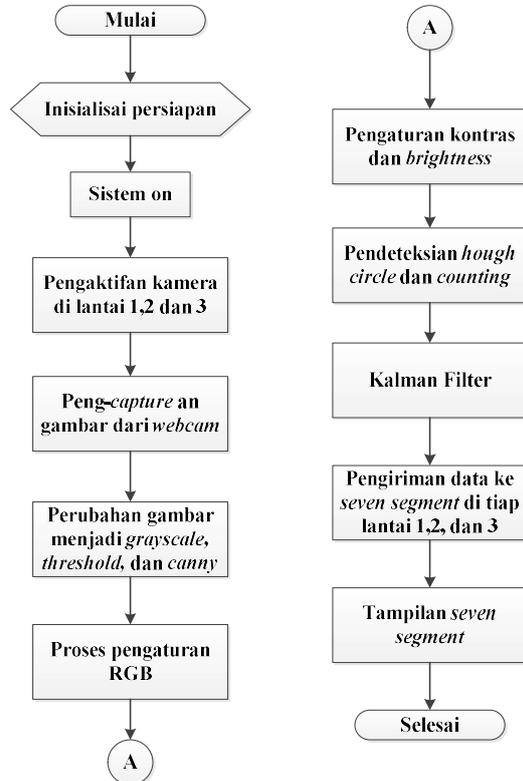
Untuk merealisasikan penelitian ini desain sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu hardware dan software. Hardware terdiri dari webcam, SBC lattepanda, 3 buah seven segment pada tiap lantai. Dibawah ini gambar 1 terdapat blok diagram hardware.



Gambar 1 Blok Diagram Hardware

Webcam menggunakan komunikasi USB, sedangkan monitor menggunakan HDMI atau dapat juga menggunakan Remote Desktop TightVNC, untuk seven segment tipe TM1637 menggunakan GPIO dari Co-processor Arduino, detail koneksi pin seven segment seperti pada table. 1, 2 dan tabel 3.

2.2 DESAIN SOFTWARE



Gambar 2 Flowchart Software

Proses camera capture ini mengambil gambar parking space kemudian diubah ke dalam bentuk Image Gray, kemudian Threshold setelah itu diproses dengan canny edge detection. Hasil proses canny edge detection dicari obyek circle dengan metode houghcircle, setelah terdeteksi kemudian dihitung jumlah circle yang terbaca. Agar perhitungan jumlah circle stabil, hasil perhitungan diproses melalui KF dan selanjutnya ditampilkan pada seven segment. Proses KF terdiri dari dua bagian, yaitu time update dan measurement update [10-13], seperti pada persamaan 1-5, dimana nilai hasil perhitungan space parking dimasukkan ke measurement.

Proses perhitungan menggunakan KF dibagi menjadi dua langkah, langkah pertama adalah time update. KF merupakan algoritma baku yang digunakan untuk mengidentifikasi data diwaktu yang akan datang, sehingga proses update ini diperlukan sebagai identifikasi data awal. Dalam persamaan, 1 data awal dilambangkan dengan notasi k-1, yaitu satu langkah sebelum data dihitung (update). Dalam KF, kondisi benar pada bergantung pada kondisi sebelumnya (k-1) hubungannya secara matematis ditunjukkan pada persamaan 1, dimana A adalah

matriks transisi, B merupakan Konstanta numeric, uk adalah control input.

Persamaan 2 merupakan bentuk matematis untuk mencari nilai prior kovarian error. Nilai ini yang nantinya digunakan dalam persamaan Measurement update. Hasil perolehan Kalman (Kalman gain) ditunjukkan pada persamaan 3, diperoleh dari nilai $P_{\bar{k}}$ yang dihitung pada persamaan 2. $H^T [HP_{\bar{k}} H^T + R]^{-1}$ merupakan nilai model observasi yang nilainya bergantung pada $P_{\bar{k}}$. Selanjutnya Nilai perolehan kalman digunakan untuk menghitung nilai estimasi \hat{x}_k secara rekursif yang bergantung pada nilai K_k (Persamaan 4). Nilai matriks kovarian posteriori error (P_k) ditunjukkan pada persamaan 5. Perhitungan ini menggunakan metode rekursif, karena terdapat perhitungan yang melibatkan P_k dalam satu waktu. P_k juga bergantung pada nilai kovarian error (K_k) yang dihitung pada persamaan 3.

Time Update.

$$\hat{x}_{\bar{k}} = A\hat{x}_{k-1} + Bu_k \quad (1)$$

$$P_{\bar{k}} = AP_{k-1}A^T + Q \quad (2)$$

Measurement Update.

$$K_k = P_{\bar{k}} H^T [HP_{\bar{k}} H^T + R]^{-1} \quad (3)$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_{\bar{k}} + K_k(z_k - H\hat{x}_{\bar{k}}) \quad (4)$$

$$P_k = [I - K_k H] P_{\bar{k}} \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan 1-5 diatas untuk implementasi KF pada program C#, mengikuti penjabaran seperti pada persamaan 6-15, karena tidak ada perubahan dari state ke state maka $A = 1$, tidak ada control input maka $u = 0$ dan pengukuran noise secara langsung didapatkan dari state, jadi $H = 1$.

Time update equation

$$\hat{x}_{\bar{k}} = \hat{x}_{k-1} \quad (6)$$

$$P_{\bar{k}} = P_{k-1} + Q \quad (7)$$

$$K_k = P_{\bar{k}} [P_{\bar{k}} + R]^{-1} \quad (8)$$

$$K_k = \frac{P_{\bar{k}}}{P_{\bar{k}} + R} \quad (9)$$

$$K_k = \frac{P_{k-1} + Q}{P_{k-1} + Q + R} \quad (10)$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_{\bar{k}} + K_k(z_k - \hat{x}_{\bar{k}}) \quad (11)$$

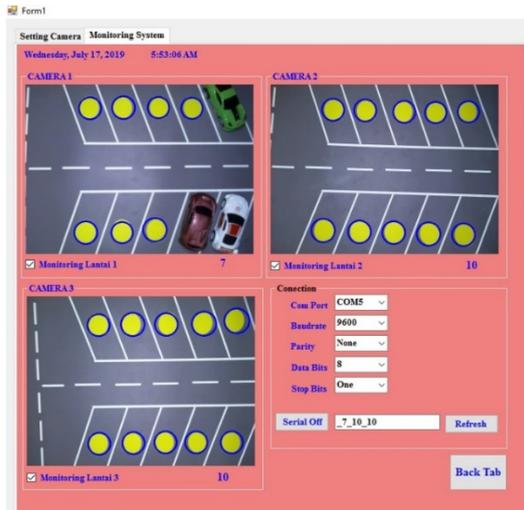
$$P_k = [1 - K_k] P_{\bar{k}} \quad (12)$$

$$P_k = \left[\frac{P_{k-1} + Q + R}{P_{k-1} + Q + R} - \frac{P_{k-1} + Q}{P_{k-1} + Q + R} \right] P_{k-1} + Q \quad (13)$$

$$P_k = \left[\frac{P_{k-1} + Q + R - P_{k-1} - Q}{P_{k-1} + Q + R} \right] P_{k-1} + Q \quad (14)$$

$$P_k = \frac{R(P_{k-1} + Q)}{P_{k-1} + Q + R} \quad (15)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



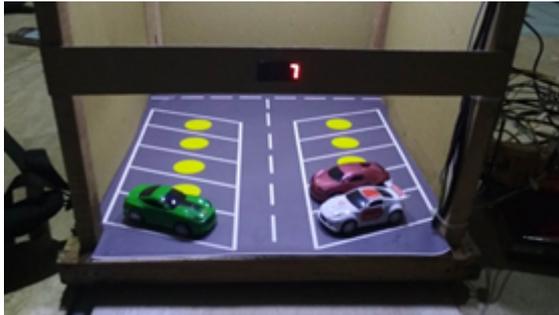
Gambar 3 sistem monitoring

Gambar 3 merupakan percobaan pendeteksian parkir untuk menampilkan jumlah parkir yang kosong. Dalam tampilan tersebut sebelum lingkaran kuning terdeteksi, terdapat pengaturan warna terlebih dahulu di tab setting camera. Setiap gambar di atur dalam pencahayaan agar warna kuning dapat menonjol dan terdeteksi hough circle. Gambar diatas merupakan tampilan dari tab monitoring sistem yang merupakan tampilan untuk memunculkan hasil dari ketiga lantai yang dipasangkan kamera. Untuk gambar diatas menggunakan percobaan pada lantai 1 dengan memberikan 5 objek yang menutupi lingkaran merah, dan untuk pendeteksian sisa dari objek yang telah ditutup.

gambar 4 gambar real berada pada miniatur parkir dimana objek menutupi 3 lingkaran kuning, dan sisa slot parkir kosong yaitu 7. Dan untuk keluaran dari pendeteksian pada seven segment tersebut sesuai dengan yang terdeteksi.

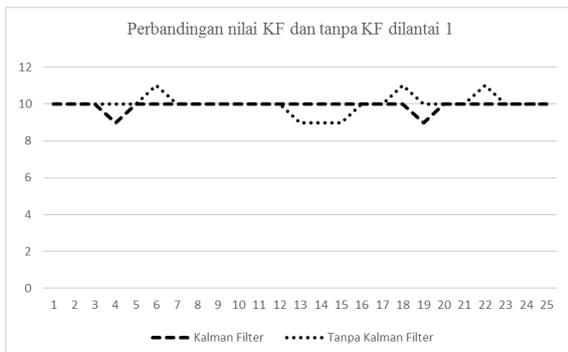
Tabel 1 Jumlah space parkir kosong yang terdeteksi

No.	Nilai KF lt 1	Nilai KF lt 2	Nilai KF lt 3	Nilai TKF lt 1	Nilai TKF lt 2	Nilai TKF lt 3	Selisih Perbandingan KF dan TKF		
							1	2	3
1	10	10	9	10	9	10	0	1	0
2	10	10	10	10	10	11	0	0	1
3	10	10	9	10	10	12	0	0	2
4	9	10	10	10	11	10	1	1	0
5	10	10	10	10	10	11	0	0	1
6	10	10	10	11	10	10	1	0	0
7	10	10	10	10	10	10	0	0	0
8	10	10	10	10	10	10	0	0	0
9	10	10	9	10	10	8	0	0	1
10	10	9	10	10	9	10	0	0	0
11	10	10	10	10	10	11	0	0	1
12	10	10	10	10	10	10	0	0	0
13	10	10	10	9	11	11	1	1	1
14	10	10	10	9	10	10	1	0	0
15	10	10	10	9	10	10	1	0	0
16	10	10	10	10	10	10	0	0	0
17	10	10	10	10	10	11	0	0	1
18	10	10	9	11	10	10	1	0	1
19	9	10	10	10	9	11	1	1	1
20	10	10	10	10	10	11	0	0	1



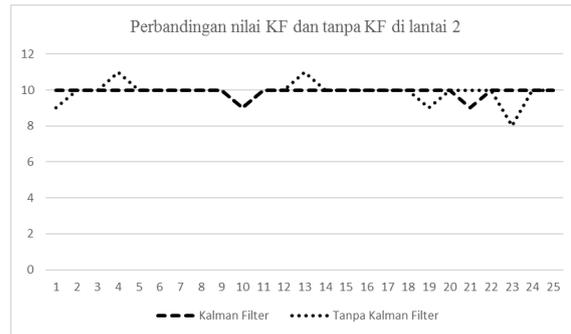
Pada tabel 1 merupakan pengambilan jumlah space parkir kosong yang terdeteksi selama 10 menit. Dengan hasil yang telah diambil yaitu sekitar 25 data. Pada tabel diatas terdapat berbagai kolom dengan masing-masing kebutuhan. Mulai dari kolom nilai KF (Kalman Filter) hingga kolom untuk selisih perbandingan dari percobaan dengan menggunakan metode kalman filter dan tidak. Kemudian dari data tersebut ditarik untuk dijadikan grafik.

Gambar 5 merupakan grafik untuk perbandingan hasil dari percobaan pendeteksian menggunakan kalman filter dengan tidak menggunakan kalman filter. Dan hal tersebut dibandingkan dengan menggunakan grafik. Hasil yang didapat yaitu nilai menggunakan kalman filter lebih baik daripada yang tidak menggunakan kalman filter. Pada sumbu x sendiri merupakan jumlah data yang telah diambil. Dan untuk sumbu y yaitu nilai maksimal data yang diuji.

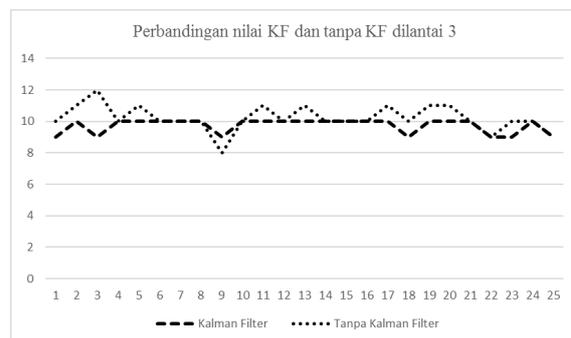


Gambar 5 Grafik perbandingan dilantai 1

Gambar 5 merupakan hasil yang didapat juga untuk percobaan dengan menggunakan metode kalman filter lebih baik dari pada tidak menggunakan. Dapat dilihat pada warna garis biru dan kuning pada grafik diatas. Untuk grafik dengan garis putus-putus sendiri merupakan grafik untuk hasil menggunakan metode kalman filter, sedangkan garis yang menggunakan simbol titik merupakan hasil dengan tidak menggunakan metode kalman filter.



Gambar 6 Grafik perbandingan dilantai 2



Gambar 7 Grafik perbandingan dilantai 3

Grafik gambar 6 untuk nilai Kalman filter cenderung baik dibandingkan dengan nilai tanpa menggunakan kalman filter. Nilai yang terdapat pada grafik tersebut banyak juga yang sama dikarenakan saat pengambilan data, untuk menjalankan program serta pembacaan lama jadi saat berubah tidak jauh perbedaannya. Dan hampir mirip dalam nilai yang terdeteksi dari nilai menggunakan kalman filter dan tidak menggunakan kalman filter.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dari proses gambar original menjadi pendeteksian hough circle, secara keseluruhan sistem dapat berfungsi dan berjalan dengan baik. Mulai dari pendeteksian gambar hingga penghitungan dapat dilakukan dengan baik. Meskipun untuk pembacaan program masih sedikit lamban. Untuk percobaan yang telah dilakukan, bahwa hasil pendeteksian yang didapat dari sistem dan di keluarkan pada display seven segment sesuai. Dan hasil yang di minatur juga cukup untuk memberi ketersediaan slot parkir yang masih kosong.

Mengaplikasikan Metode Kalman Filter pada prototipe ini sangat berpengaruh terhadap hasil penghitungan. Dari beberapa tabel dan grafik yang berada di pembahasan, nilai yang menggunakan metode kalman filter dan tidak terlihat berbeda. Pada pengujian kali ini dengan beberapa kali percobaan, didapatkan error dari keseluruhan percobaan yaitu 10.8 %. Jadi untuk total keberhasilan yaitu 89.2 %.

Saran

Setelah melakukan percobaan sehingga mendapatkan beberapa kekurangan yang terjadi pada penelitian ini, antara lain:

Pada sistem ini lamban dalam pengoperasiannya. Apabila dilakukan percobaan untuk perbaikan, maka untuk sistem lebih di stabilkan untuk kecepatan dalam pengoperasiannya.

Pada penelitian kedepannya semoga dapat memperbaiki kesalah ini. dan menjadikan lebih baik untuk hasilnya.

Untuk keluaran hasil dari pendeteksian pada miniatur ditingkatkan dalam pemberian informasi slot kosong yang berada dimana.

Pada penelitian ini masih dapat mendeteksi mobil yang berwarna kuning, diharapkan jika dilakukan penelitian berikutnya untuk dapat memperbaiki permasalahan ini.

PUSTAKA

- [1] Sumandar, Endang., Asep Saefullah, Yudha Qirana Meka.(2016) “ Protoype monitoring area parkir mobil berbasis Arduino Uno Untuk Mendeteksi Ketersediaan Slot Parkir Secara Otomatis. STIMIK Raharja. Tangerang.
- [2] G Feng, C Qixin. Study on Color Image Processing Based Intelligent Fruit Sorting System. Proceedings of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation. Hangzhou, P.R. China. 2004. p4802 – p4805.
- [3] Sundus K E, Mamare S H. Using Digital Image Processing to Make an Intelligent Gate. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2014; 5(5): 162-166.
- [4] Welch, Greg ., Gary Bishop. (2001) An Introduction to the Kalman Filter. Chapel Hill: University of North Carolina at Chapel Hill.
- [5] R. Yusnita, F Norbaya, N Basharuddin. Intelligent Parking Space Detection System Based on Image Processing. International Journal of Innovation, Management and Technology. 2012; 3(3): 232-235.
- [6] C Shi, J Liu, C Miao, Study on Parking Spaces Analyzing and Guiding System Based on Video. Proceedings of the 23rd International Conference on Automation & Computing, University of Huddersfield, Huddersfield, UK. 2017.
- [7] F A J Torres. Automatic Parking Lot Occupancy Computation Using Motion Tracking. Master Of Science Thesis. Florida. Faculty Of The College Of Engineering And Computer Science. Florida Atlantic University. 2013.
- [8] S F Lin, Y Y Chen, S C Liu. A Vision-Based Parking Lot Management System. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. Taipei, Taiwan. 2006; 2897-2902.
- [9] Nazia Bibi, Muhammad N Majid, Hassan Dawood, Ping Guo. Automatic Parking Space Detection System. 2017 Second International Conference on Multimedia and Image Processing (ICMIP 2017)-IEEE. Wuhan, China. 2017; 11-15.
- [10] H Ferdinando, H Khoswanto, D Purwanto. Performance Evaluation of MMA7260QT and ADXL345 on Self Balancing Robot. TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering. 2013; 11(1): 1-10.
- [11] S N A M Amin, H Ahmad, M R Mohamed, M M Saari, O Aliman. Kalman Filter Estimation of Impedance Parameters for Medium Transmission Line. TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering. 2018; 16(2): 900-908.
- [12] R Sustika, J Suryana. Nonlinear Filtering with IMM Algorithm for Coastal Radar Target Tracking System. TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering. 2015; 13(1): 211-220.
- [13] K H Eom, S J Lee, Y S Kyung, C W Lee, M C Kim, K K Jung. Improved Kalman Filter Method for Measurement Noise Reduction in Multi Sensor RFID Systems. Journal Sensors Mdpi. 2011; 11(11): 10266-10282.
- [14] B. P. AR, *Computer Vision & Aplikasinya Menggunakan C# & EmguCV*. Yogyakarta, 2017.
- [15] M. K. T. Sutoyo, S.Si., M. K. Edy Mulyanti, S.Si., D. V. Suhartono, M. . Oky Dwi Nurhayati, and M. K. Wijanarto, *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta, 2009.
- [16] Funk, “A Study of the Kalman Filter applied to Visual Tracking,” *Univ. Alberta*, vol. 652, no. 1, pp. 1–26, 2003.
- [17] F. Guo and Q. Cao, “Study on color image processing based intelligent fruit sorting system,” *Proc. World Congr. Intell. Control Autom.*, vol. 6, pp. 4802–4805, 2004.
- [18] S. K. and A. S., “Using Digital Image Processing to Make an Intelligent Gate,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 5, no. 5, pp. 162–166, 2014.