

## APLIKASI PENDETEKSI DAN PELACAKAN KENDARAAN MENGGUNAKAN JARINGAN NEURAL PROPAGASI BALIK

Zen Munawar<sup>1</sup>, Novianti Indah Putri<sup>2</sup>, Iswanto<sup>3</sup>, Dandun Widhiantoro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Manajemen Informatika, Politeknik LP3I Bandung

<sup>2</sup>Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Sistem Informasi, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

<sup>3</sup>Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Informatika, Universitas Nurtanio

<sup>4</sup>Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

Email: <sup>1</sup>munawarzen@gmail.com, <sup>2</sup>noviantiindahputri2021@gmail.com, <sup>3</sup>iswanto2020a@gmail.com, <sup>4</sup>dandunw2020@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membangun sistem deteksi dan pelacakan otomatis kendaraan yang dapat diterapkan di lingkungan yang berbeda. Untuk mendeteksi kendaraan, posisi lampu belakang digunakan untuk lokalisasi kendaraan. Jaringan neural propagasi balik (back propagation neural network) yang dilatih oleh kumpulan fitur Gabor. Jaringan neural propagasi balik digunakan untuk memverifikasi kendaraan dan memastikan ketahanan sistem deteksi. Pada tahap pelacakan kendaraan, untuk mengatasi berbagai tantangan pelacakan kendaraan, adanya sebagian kendaraan dan masalah kendaraan yang hilang, penelitian ini mengusulkan metode baru yang menerapkan filter partikel. Fungsi distribusi probabilitas warna kendaraan yang terdeteksi digunakan dua kali dalam sub-sistem pelacakan kendaraan. Pertama, fungsi distribusi probabilitas warna diadopsi untuk mencari lokasi target kendaraan yang potensial; kedua, fungsi distribusi probabilitas warna digunakan untuk mengukur kemiripan tiap partikel untuk estimasi posisi kendaraan target. Karena berbagai iluminasi atau jarak kendaraan target, kendaraan yang sama akan menghasilkan fungsi distribusi probabilitas warna yang berbeda; fungsi distribusi probabilitas warna awal tidak dapat menjamin pelacakan kendaraan skala berbeda untuk jangka panjang. Untuk mengatasi masalah ini, hasil pelacakan yang akurat, yang dipilih oleh Jaringan neural propagasi balik terlatih, digunakan untuk memperbarui fungsi distribusi probabilitas warna kendaraan target. Hasil penelitian, algoritma yang diusulkan menunjukkan akurasi 84% dalam deteksi kendaraan. Video yang dikumpulkan dari jalan raya, jalan perkotaan, dan kampus diuji dalam sistem. Performa sistem benar-benar sesuai untuk aplikasi nyata.

*Kata Kunci: deteksi kendaraan, pelacakan kendaraan, filter partikel*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Setiap jam, rata-rata, tiga orang meninggal akibat kecelakaan kendaraan jalan di negara Indonesia (Yati, 2021). Kecelakaan mobil juga dapat melukai orang dan bias berdampak serius. Deteksi kendaraan yang kuat dan andal dari gambar yang diperoleh oleh kendaraan yang bergerak yaitu deteksi kendaraan di jalan raya merupakan masalah penting untuk keselamatan dan keamanan pengemudi. Banyaknya jumlah kendaraan di jalan dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan kendaraan yang berdampak serius pada pengemudi dan kendaraan (Sun, Bebis, & Miller, 2006). Untuk meningkatkan keselamatan, dalam beberapa tahun terakhir, banyak teknologi baru telah dikembangkan untuk mengurangi atau menghindari bahaya kecelakaan kendaraan dengan menggunakan sistem transportasi cerdas dan sistem bantuan pengemudi (H. Cheng, Zheng, & Sun, 2006). Adanya informasi lingkungan, seperti kendaraan sekitar, informasi jalur jalan, pejalan kaki terdekat lokasi, sangat penting saat berkendara. Sistem bantuan pengemudi berbasis visi telah menjadi populer, karena banyaknya informasi lingkungan yang disediakan oleh sensor penglihatan. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem

deteksi dan pelacakan kendaraan. Video mobil dikumpulkan oleh kamera yang menghadap ke depan yang dipasang di depan kendaraan. Sistem secara otomatis mendeteksi kendaraan terdekat kemudian menganalisis posisinya dan lintasan kendaraan yang terdeteksi melalui proses pelacakan.

Penelitian tentang deteksi kendaraan ganda berbasis visi dan algoritma pelacakan telah diusulkan sebelumnya. Dalam subsistem deteksi kendaraan, banyak fitur yang dapat dipilih. Dalam kasus pendeteksian kendaraan depan, tampilan simetri belakang kendaraan sering digunakan. Dalam penelitian yang menggunakan metode simetri berbasis intensitas untuk menentukan posisi kendaraan (Zielke, Brauckman, & Von Sellen, 1993). Broggi menghasilkan peta simetri dengan menggabungkan informasi simetri horizontal-edge dan gray-level (Broggi, Bertozzi, & Fascioli, 2000). Namun, algoritma deteksi kendaraan berbasis fitur simetris mengharuskan kendaraan target ditempatkan tepat di depan kendaraan tuan rumah. Ketika kendaraan target telah diputar dengan sudut tertentu, seperti dalam situasi menikung kendaraan, tampilan belakang kendaraan tidak sepenuhnya simetris. Bayangan antara kendaraan dan jalan merupakan fitur lain yang banyak digunakan dalam

penelitian pendeteksian kendaraan (Han, Han, & Hahn, 2009). Informasi bayangan sangat sensitif terhadap iluminasi. Posisi bayangan tidak stabil karena perubahan arah iluminasi. Sun dkk menghasilkan beberapa hipotesis berdasarkan informasi tepi kendaraan (Sun, Miller, Bebis, & Dimeo, 2002). Goerick menggunakan pengkodean orientasi lokal (Goerick, Noll, & Werner, 1996). Teknik untuk membangun histogram tepi dalam sistem deteksi kendaraan. Informasi tepi kendaraan menunjukkan profil kendaraan, yang merupakan fitur khas kendaraan. Namun, dalam lingkungan yang kompleks, misalnya, banyak kendaraan di jalan perkotaan, cukup sulit untuk menghasilkan histogram tepi secara akurat. Dalam sub-sistem pelacakan beberapa kendaraan, badan kendaraan dapat tertutup sebagian oleh kendaraan lain. Seluruh bodi kendaraan target bahkan bisa tertutup sementara dan muncul beberapa detik kemudian. Kedua masalah ini masing-masing disebut oklusi sebagian kendaraan dan masalah yang hilang sementara.

**1.2. Tinjauan Pustaka**

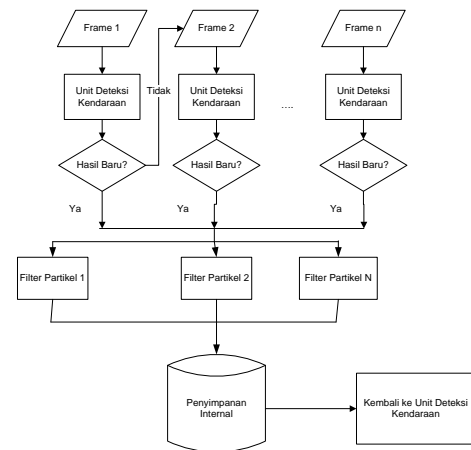
Terdapat banyak algoritma yang telah dikembangkan untuk melakukan pelacakan kendaraan. Algoritma mean shift merupakan metode statistik nonparametrik untuk mencari mode terdekat dari suatu distribusi sampel titik yang telah terbukti efektif untuk pelacakan objek (Y. Cheng, 1995). Bandwidth jendela kernel sangat penting untuk algoritma pelacakan pergeseran rata-rata. Ini menentukan pengambilan sampel jumlah iterasi pergeseran rata-rata. Selain itu, ini terkait dengan ukuran jendela pelacakan. Peningkatan bandwidth kernel untuk penyesuaian skala diusulkan, dan proses pendekatan ini menggunakan satu frame dengan tiga kernel bandwidth yang berbeda, yang akan meningkatkan runtime system (Comanicu & Meer, 2003). Penggunaan model warna di bawah perubahan iluminasi dinamis dan pasangan lampu belakangnya yang bergantung pada penyesuaian jendela pelacakan (Ming & Jo, 2011).

Pelacakan kendaraan rata-rata berbasis histogram warna efektif dalam aplikasi nyata; namun, algoritma mean shift tidak dapat mengatasi masalah kendaraan yang hilang sementara. Vektor pergeseran rata-rata dimulai dari posisi awal yang merupakan posisi kendaraan target pada frame sebelumnya; namun, dalam kasus kendaraan yang hilang sementara, seluruh kendaraan yang tersumbat tidak dapat diprediksi di bidang gambar. Filter partikel adalah teknik terkenal lainnya yang digunakan dalam area penelitian pelacakan objek berbasis visi (Li, Ng, Godsill, & Vermaak, 2005). Filter partikel adalah metode penyaringan berdasarkan metode Monte Carlo berurutan; itu dapat memodelkan distribusi multi-modal dan non-Gaussian secara memadai. Chan dkk. (Chan, Huang, Fu, & Hsiao, 2012). Metode sampling awal berbasis data untuk

menginisialisasi partikel (Lee, Jeong, Lee, Kim, & You, 2012). Partikel-partikel dalam filter partikel ini semuanya merupakan kandidat yang mungkin untuk target bergerak seperti kendaraan. Penulis menggabungkan isyarat tepi vertikal, isyarat bayangan yang mendasari, isyarat lampu belakang dan isyarat simetri sebagai pengamatan untuk verifikasi hipotesis. Kemudian, kemungkinan setiap kandidat diperbarui melalui pengklasifikasi fitur Haar-like (Viola & Jones, 2001). Namun, masalah hilangnya kendaraan sementara tidak disebutkan dalam sistem mereka. Makalah ini mengusulkan metode baru untuk mengimplementasikan filter partikel yang dapat mengatasi oklusi sebagian kendaraan dan masalah yang hilang untuk sementara. Pekerjaan terkait pada sistem ini telah dipublikasikan sebelumnya (Ming & Jo, 2011).

**1.3. Metodologi Penelitian**

Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem untuk deteksi dan pelacakan beberapa kendaraan. Gambar 1 menunjukkan arsitektur kasar dari keseluruhan sistem. Video mobil digunakan untuk menghasilkan urutan gambar. Proses vehicle detection unit pada setiap image frame mendeteksi kendaraan target, kemudian hasil deteksi dikirim ke vehicle tracking unit.



**Gambar 1. Sistem Pelacakan Kendaraan Paralel.**

Setiap kendaraan target yang terdeteksi dilacak oleh filter partikel secara paralel. Unit pelacakan menganalisis lintasan kendaraan dan menyimpan informasi dalam penyimpanan internal. Kemudian, sistem mengirimkan hasil pelacakan akhir ke unit deteksi kendaraan untuk memperbarui informasi warna target. Penjelasan rinci tentang unit deteksi kendaraan dan sistem pelacakan akan disajikan di bagian selanjutnya.

**2. PEMBAHASAN**

**2.1. Penyesuaian skala**

Ukuran kendaraan target bervariasi ketika jarak antara kendaraan target dan kamera berubah. Akibatnya, penyesuaian skala jendela sangat penting. Untuk mendapatkan jendela pelacakan

dinamis, jarak antara pasangan cahaya yang sesuai diselidiki. Pasangan lampu tersegmentasi dalam langkah pembuatan kandidat kendaraan dan akhirnya ditentukan selama langkah verifikasi kendaraan menggunakan jaringan saraf propagasi balik yang terlatih.

Setelah menerapkan proses pelacakan kendaraan, diperoleh kandidat terbaik. Berdasarkan kandidat ini, skala jendela diperbesar 10%, dan cahaya dideteksi dengan segmentasi warna pada ruang. Untuk menentukan pasangan cahaya yang sesuai, batasan berikut adalah diusulkan:  $c_1$  dan  $c_2$  masing-masing mewakili lampu kiri dan kanan yang diidentifikasi sebelum proses pelacakan, dan  $c_1'$  dan  $c_2'$  mewakili lampu kiri dan kanan yang terdeteksi setelah proses pelacakan.

1) Area lampu yang sesuai kira-kira proporsional.

$$\frac{S(c_1)}{S(c_1')} \sim \frac{S(c_2)}{S(c_2')} \quad (1)$$

2) Pergeseran posisi lampu yang sesuai hampir sama.

$$P(c_1) - P(c_1') \simeq P(c_2) - P(c_2') \quad (2)$$

Setelah pasangan lampu yang sesuai diidentifikasi, jarak antara lampu setelah iterasi pergeseran rata-rata, yang ditentukan oleh langkah deteksi kendaraan menjadi  $d_0$ , didefinisikan sebagai  $d_t$ , sehingga ukuran jendela pelacakan pada frame  $t$  dapat diperoleh sebagai berikut persamaan:

$$L_t = \frac{dt}{d_0} L_0 \quad (3)$$

dimana  $L_0$  adalah ukuran jendela awal, dan  $L_t$  menyatakan ukuran jendela pada frame  $t$ .

### 2.2. Kendaraan hilang sementara

Dalam video pergerakan beberapa kendaraan, kendaraan target mungkin dikaburkan oleh kendaraan lain. Karena model pengamatan sistem kami didasarkan pada distribusi warna, filter partikel akan melacak kendaraan target hingga kepercayaan partikel kecil, yang berarti informasi warna kendaraan target dalam bingkai saat ini tidak cukup untuk mendeskripsikan target. Oleh karena itu, filter partikel berbasis warna tidak sensitif dalam kasus oklusi parsial. Saat seluruh bodi kendaraan target terhalang oleh kendaraan lain, filter partikel akan kehilangan target. Namun, sistem akan menyimpan informasi warna kendaraan yang hilang untuk sementara waktu. Selama waktu ini, partikel dihasilkan di dekat jendela pelacakan kendaraan yang menutupi. Berdasarkan partikel ini, sistem memilih beberapa partikel efektif di setiap bingkai. Ketika partikel yang cukup efektif dicari, kendaraan yang hilang dapat diidentifikasi ulang. Gambar 2 menunjukkan salah satu contoh oklusi parsial dan masalah yang hilang sementara.



Gambar 2. Oklusi sebagian kendaraan dan contoh yang hilang untuk sementara.

### 2.3. Eksperimen

Pada bagian ini, hasil percobaan yang diperoleh untuk metode yang diusulkan ditata. Algoritma diimplementasikan oleh MATLAB R2009a. Prosesor komputer adalah Intel(R) Core(TM) i8250U Quad CPU 3.40 GHz, RAM 12.00 GB. Beberapa gambar diuji untuk deteksi kendaraan; beberapa video pergerakan kendaraan dikumpulkan dari jalan raya, jalan perkotaan, dan kampus menggunakan kamera biasa dan kamera HD. Video dari kamera biasa berisi gambar dengan 480x640 piksel untuk setiap frame. Gambar dari kamera HD telah diubah ukurannya menjadi 540x960 dalam percobaan. Gambar 3 menunjukkan contoh pendeteksian kendaraan di jalan raya (kolom pertama), jalan perkotaan (kolom kedua) dan kampus (kolom ketiga).



(a) Deteksi kendaraan jalan raya.



(b) Deteksi kendaraan jalan perkotaan.



(c) Deteksi kendaraan kampus.

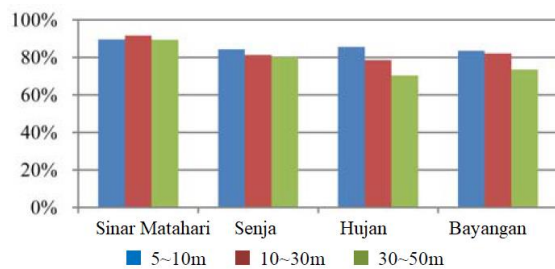
### Gambar 3. Deteksi kendaraan ulang.

Hasilnya menunjukkan pendekatan ini memiliki kinerja yang baik untuk pendeteksian kendaraan, terutama ketika kendaraan target berada di dekatnya. Tabel 1 menunjukkan beberapa kinerja pendeteksian kendaraan di lingkungan yang berbeda, dengan tingkat pendeteksian yang tepat sekitar 80 persen.

Tabel 1. Beberapa hasil pelacakan kendaraan.

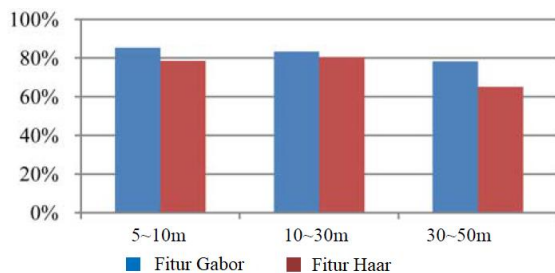
No	Gambar Asal	Jalan Raya	Jalan Perkotaan	Kampus
1	Jumlah Total Kendaraan	83	106	73
2	Jumlah deteksi kendaraan yang benar	65	87	65
3	Jumlah deteksi kendaraan yang gagal	18	9	8
4	Tingkat deteksi (%)	78,3	82,1	89,1

Segmentasi lampu belakang kendaraan dan teknik ekstraksi fitur Gabor digunakan dalam subsistem deteksi kendaraan. Segmentasi lampu belakang dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan. Saat kendaraan target berada sangat jauh dari kamera, performa pendeteksian yang dihasilkan kurang baik, karena informasi warna mempengaruhi iluminasi, dan fitur lampu belakang kurang kuat.



Gambar 4. Deteksi kendaraan dalam kondisi berbeda.

Gambar 4. menunjukkan tingkat deteksi deteksi kendaraan yang benar pada jarak yang berbeda dan kondisi pencahayaan yang berbeda (Sinar Matahari, Senja, Hujan, Bayangan). Satu set fitur Gabor digunakan di sini untuk representasi kendaraan. Gambar 5 adalah kinerja pendeteksian kendaraan untuk fitur Gabor dibandingkan dengan fitur seperti Haar. Sistem deteksi kendaraan dengan fitur Gabor lebih stabil, karena kendaraan dapat direpresentasikan oleh fitur Gabor pada skala yang berbeda dan dengan orientasi yang sesuai.

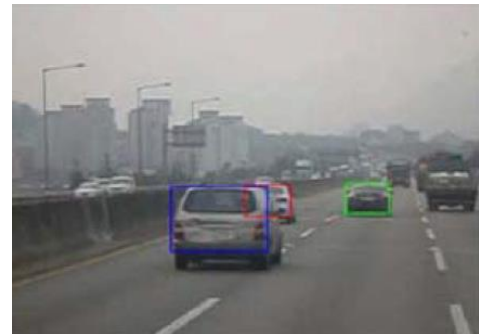


Gambar 5. Performa pendeteksian kendaraan menggunakan fitur Gabor / fitur Haar.

Dalam sistem pelacakan beberapa kendaraan, algoritma pelacakan filter partikel diimplementasikan berdasarkan fungsi distribusi

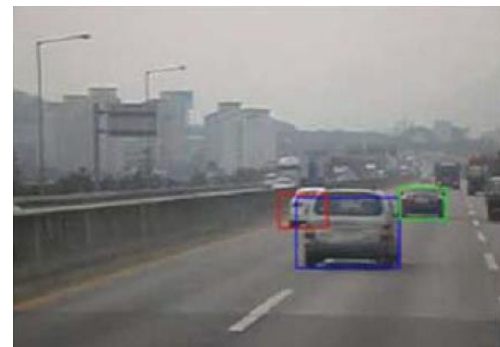
probabilitas warna. Histogram warna kendaraan target selalu berubah karena perbedaan iluminasi, perbedaan jarak atau situasi tak terduga lainnya. Dengan demikian, pengklasifikasi jaringan saraf propagasi balik yang digunakan dalam langkah deteksi kendaraan juga diterapkan untuk memperbarui histogram warna.

Pada gambar 6, kendaraan masih harus dilacak saat macet sebagian.



Gambar 6. Kendaraan masih harus dilacak saat macet sebagian

Gambar 7 menunjukkan hasil pelacakan untuk beberapa kendaraan, yang mencakup oklusi sebagian kendaraan dan masalah yang hilang sementara. Sistem menyimpan informasi warna kendaraan yang hilang selama frame ini dan mengidentifikasi kembali kendaraan yang hilang di frame saat muncul kembali sebagian.



Gambar 7. Oklusi sebagian kendaraan dan hilang sementara

Hasil ini menunjukkan sistem melacak objek target dengan kuat bahkan saat objek tersebut hilang untuk sementara.



Gambar 8. Oklusi sebagian kendaraan dan hilang sementara

Gambar 8 menunjukkan beberapa deteksi kendaraan dan hasil pelacakan. Dua kendaraan terdeteksi di frame pertama, dan dua filter partikel melacaknya secara paralel. Sistem mendeteksi kendaraan baru pada frame. Setelah itu, satu filter partikel diinisialisasi untuk pelacakan. Informasi ukuran jendela posisi dan pelacakan ditampilkan di bagian atas video.

**Tabel 2. Beberapa hasil pelacakan kendaraan.**

No	Video	Jalan Raya	Jalan Perkotaan	Kampus
1	Jumlah Total Frame	5254	952	1326
2	Ukuran Gambar	480x640	1080x1920	480x640
3	Ukuran jendela pelacakan (dalam piksel)	(40x32)~ (130x104)	(60x48)~ (320x104)	(32x25)~ (130x104)
4	Rata-rata pelacakan kesalahan lintasan (dalam piksel)	10	23	7
5	Jumlah kendaraan yang bergerak	12	5	6
6	Jumlah kendaraan yang terlewatkan	3	1	0

Tabel 2 menunjukkan beberapa hasil pelacakan kendaraan. Biasanya, sebagian besar kasus deteksi dan pelacakan yang gagal disebabkan oleh fitur lampu belakang yang lemah. Misalnya, beberapa kendaraan seperti truk memiliki lampu belakang kecil berwarna merah. Sistem mengalami kesulitan mendeteksi informasi lampu belakang dalam kasus ini. Selain itu, seiring dengan bertambahnya jarak antara kendaraan target dan kendaraan induk, informasi lampu belakang semakin sensitif terhadap penerangan luar, sehingga tingkat deteksi yang berhasil akan menurun..

**2.4. Gambar**

Pada Gambar 9 menunjukkan contoh Deteksi yang gagal. Di unit pelacakan, hanya informasi warna yang digunakan untuk model pengamatan, yang kuat dengan oklusi parsial.



**Gambar 9. Contoh hasil deteksi yang salah**

Namun, ketika kendaraan sebagian terhalang oleh kendaraan dengan warna yang sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 10, sistem pelacakan berbasis warna tidak dapat melacak kedua kendaraan secara akurat.



**Gambar 10. Oklusi kendaraan dengan warna yang sama**

**3. KESIMPULAN**

Penelitian ini mengusulkan sistem yang efektif untuk deteksi dan pelacakan beberapa kendaraan. Deteksi lampu belakang kendaraan digunakan dalam algoritma yang diusulkan tidak hanya untuk pembuatan kandidat kendaraan, tetapi juga untuk penyesuaian jendela pelacakan kendaraan. Jaringan saraf propagasi balik dilatih dalam delapan orientasi dan dengan lima skala Set fitur Gabor digunakan dalam langkah verifikasi calon kendaraan. Dalam sub-sistem pelacakan, beberapa oklusi kendaraan dan kasus hilang sementara diselidiki. Penelitian ini menyajikan metode implementasi baru menggunakan filter partikel.

Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini memiliki kinerja yang baik untuk pendeteksian dan pelacakan kendaraan, terutama ketika kendaraan target berada di dekatnya. Untuk penelitian di masa mendatang, perlu menggunakan model pengamatan lain atau merekonstruksi struktur sistem pelacakan yang sesuai untuk oklusi kendaraan dengan warna yang sama.

**PUSTAKA**

Broggi, A., Bertozzi, M., & Fascioli, A. (2000). Visual Perception of Obstacles and Vehicles for Platooning. *IEEE Trans. on Intelligent Transportation System*, 1(3), 164–176. <https://doi.org/10.1109/6979.892153>

Chan, Y., Huang, S., Fu, L., & Hsiao, P. (2012). Vehicle Detection under Various Lighting Conditions by Incorporating Particle Filter. *Intelligent Transportation Systems Conference*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2007.4357745>

Cheng, H., Zheng, N., & Sun, C. (2006). Boosted Gabor Features Applied to Vehicle Detection. *International Conference on Pattern Recognition (ICPR '06)*, 662–666. Hongkong:

- IEEE Explore.
- Cheng, Y. (1995). Mean Shift , Mode Seeking , and Clustering. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 17(8), 790–799. <https://doi.org/10.1109/34.400568>
- Comaniciu, D., & Meer, P. (2003). Kernel-Based Object Tracking. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(5), 564–575. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2003.1195991>
- Goerick, C., Noll, D., & Werner, M. (1996). Artificial neural networks in real-time car detection and tracking applications. *Pattern Recognition Letters*, 17, 335–343.
- Han, S., Han, Y., & Hahn, H. (2009). Vehicle Detection Method using Haar-like Feature on Real Time System. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59.
- Lee, J., Jeong, M., Lee, J., Kim, K., & You, B. (2012). 3D Pose Tracking Using Particle Filter with Back Projection-Based Sampling. *International Journal of Control, Automation, and Systems*, 10(6), 1232–1239. <https://doi.org/10.1007/s12555-012-0618-8>
- Li, J., Ng, W., Godsill, S., & Vermaak, J. (2005). Online Multitarget Detection and Tracking Using Sequential Monte Carlo Methods. *7th International Conference on Information Fusion*, 115–121.
- Ming, Q., & Jo, K. (2011). Vehicle Detection Using Tail Light Segmentation. In New Zealand (Ed.), *Image and Vision Computing* (pp. 115–119). Research Gate.
- Sun, Z., Bebis, G., & Miller, R. (2006). On-Road Vehicle Detection : A Review. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28(5), 694–711. <https://doi.org/10.1109/tpami.2006.104>
- Sun, Z., Miller, R., Bebis, G., & Dimeo, D. (2002). A Real-time Precrash Vehicle Detection System. *6th IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ACV.2002.1182177>
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. *IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, 511–518. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517>
- Yati, R. (2021). Kemenhub: Tiap Jam, 3 Orang Tewas Akibat Kecelakaan Lalu Lintas. Retrieved July 1, 2022, from [ekonomi.bisnis.com](http://ekonomi.bisnis.com) website: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20210420/98/1383639/kemenhub-tiap-jam-3-orang-tewas-akibat-kecelakaan-lalu-lintas>