

PENENTUAN DISTRIBUSI ARUS LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN BERBASIS TEKNOLOGI *COMPUTER VISION & DEEP LEARNING*

Stanley¹, Daniel²

ABSTRAK : Setiap tahunnya, pertumbuhan jumlah kendaraan di Indonesia selalu mengalami peningkatan yang pesat. Akibat dari pesatnya pertumbuhan kendaraan tersebut, tentu juga dapat menimbulkan masalah seperti kepadatan dan kemacetan pada lalu lintas. Penelitian ini mencoba untuk mengembangkan suatu sistem yang dapat membaca dan menganalisa arus kendaraan serta menghasilkan data lalu lintas yang ada pada persimpangan tersebut. Penelitian dilakukan dengan cara mencari beberapa sampel video pada persimpangan jalan dan kemudian dianalisa dengan menggunakan *Computer Vision* dan *Deep Learning*. Setelah program dapat mendeteksi arus kendaraan pada persimpangan secara akurat maka program akan menghasilkan data yang lebih detail. Detail dari data tersebut nantinya diolah untuk menghasilkan variabel lalu lintas yang terjadi pada persimpangan tersebut. Dalam penelitian ini adapun cara lain untuk mendapatkan variabel lalu lintas pada persimpangan tersebut yakni dengan cara menggunakan kalibrasi *IFN*. Dalam hal ini, platform-platform yang dipakai bernama *Python 3.8*, *OpenCV*, dan *Yolo V3* serta ada program *IFN* yang dasar bahasa programnya juga berasal dari *Python*. Dari penelitian ini dapat diketahui apakah program atau sistem yang dibuat bisa menghasilkan variabel lalu lintas. jika bisa, maka program atau sistem ini dapat digunakan kedepannya untuk menganalisa dan mengatasi berbagai macam masalah serta hambatan yang ada di lalu lintas, khususnya pada persimpangan jalan.

KATA KUNCI : lalu lintas, data, program, analisa, persimpangan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan merupakan transportasi yang ada sejak zaman dahulu hingga saat ini, pada zaman ini banyak orang berkendara dengan mobil ataupun sepeda motor. Di Indonesia sendiri menurut Badan Pusat Statistik (2021), jumlah total kendaraan di Indonesia sampai tahun 2019 adalah sebanyak 133,6 Juta Unit. Pertumbuhan jumlah kendaraan yang besar ini tentunya juga meningkatkan adanya potensi kepadatan di persimpangan jalan karena banyaknya kendaraan yang beroperasi pada saat bersamaan dan dalam daerah yang sama juga. Dengan semakin banyaknya pertumbuhan atau penambahan jumlah kendaraan tersebut, tentu media transportasi sebagai sarana penunjang harus juga berkembang dengan cepat, dibantu dengan kondisi dan kapasitas jalan yang memadai. Namun karena lambatnya pembangunan dan masih kurangnya penerapan teknologi yang ada di Indonesia dalam upaya mengembangkan media transportasi yang memadai, kepadatan seringkali terjadi dan menyebabkan kemacetan di kota-kota besar di Indonesia.

Karena banyaknya faktor tersebut, kami selaku mahasiswa tingkat akhir berinisiatif melakukan penelitian ini, agar kedepannya dapat mencegah maupun menyelesaikan masalah atau hambatan yang ada pada persimpangan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan kegunaan teknologi didalam lalu lintas, dengan cara mendapatkan data arus dan variabel lalu lintas yang ada pada persimpangan jalan. Dengan bantuan teknologi yaitu *Computer Vision* dan *Deep Learning*, kami dapat

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21416132@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, B11170045@john.petra.ac.id

menghasilkan suatu program atau sistem yang dapat menghasilkan arus dan variabel lalu lintas yang ada pada suatu persimpangan. Penelitian ini juga menggunakan teori dan program kalibrasi *Ideal Flow Network* untuk mendapatkan data lalu lintas pada persimpangan tersebut. Sehingga data lalu lintas yang didapat tidak hanya melalui satu sumber tetapi dari dua sumber, sehingga kedua data lalu lintas tersebut dapat dibandingkan atau bahkan digabungkan untuk mengetahui kondisi suatu persimpangan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mendapatkan data arus lalu lintas beserta dengan variabel-variabel lainnya yang ada pada persimpangan jalan?
2. Apakah gabungan dari computer vision dan deep learning dapat membaca dan menganalisa pola arus kendaraan yang ada di persimpangan?
3. Apakah gabungan dari *Computer Vision*, *Deep Learning*, dan *IFN* dapat menjelaskan kondisi yang ada pada persimpangan berdasarkan data arus lalu lintas yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

- Mengembangkan program atau sistem yang dapat membaca dan menganalisa kondisi arus lalu lintas pada suatu persimpangan jalan.
- Dapat menunjukkan jumlah dan tipe kendaraan yang ada di persimpangan.
- Dapat menghasilkan variabel-variabel lainnya selain arus lalu lintas.
- Mendapatkan tingkat kemacetan, kecepatan dan tundaan.
- Dapat mengetahui kondisi dan arus kendaraan yang ada pada persimpangan.

1.4 Manfaat Penelitian

- Menggabungkan teknologi yang sudah ada menjadi sistem yang baru.
- Memonitor kemacetan dan variabel-variabel lalu lintas pada persimpangan jalan.
- Membantu mengurangi masalah kemacetan lalu lintas.

1.5 Lingkup Penelitian

- Beberapa video sampel pada persimpangan jalan berdurasi sekitar 30 detik sampai 2 menit sebagai media percobaan.
- Video utama dengan durasi 15 menit pada persimpangan yang ada di Surabaya, Indonesia untuk percobaan terakhir dan kalibrasi *IFN*.
- Bahasa pemrograman yaitu *Python 3.8*
- *Computer Vision / AI* yang digunakan yaitu *OpenCV*.
- *Deep Learning* yang digunakan yaitu *Yolo V3*.
- *Microsoft Excel*.
- Program *Ideal Flow Network*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Kepadatan

Kepadatan lalu lintas adalah ukuran atau volume kendaraan yang melewati jalan di daerah tertentu dengan arus kendaraan yang bervariasi di saat jam-jam tertentu dinyatakan dalam per jam per kilometer (Yustianingsih & Istianah, 2017). Kepadatan seringkali juga dapat ditemui di suatu persimpangan jalan, karena banyaknya pengendara yang antri di lampu merah. Hal tersebut dapat menimbulkan banyak masalah, salah satunya adalah kemacetan.

2.2 Computer Vision

Menurut Ibnufirmas (2021) *Computer Vision* adalah Sebuah kemampuan dari sebuah pengembangan teknologi informasi, yang mampu melakukan pembacaan akan objek data yang dilihat dengan menggunakan sebuah perangkat penghubung. Hanya dengan menggunakan *Computer Vision*, maka

seseorang dapat melakukan pembacaan dan pengolahan yang cukup akurat untuk mengetahui suatu kejadian pada saat gambar atau video sedang diambil.

2.3 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pada penggal jalan tertentu pada interval waktu tertentu dan diukur dalam satuan kendaraan persatuan waktu tertentu (Galeripustaka, 2013). Arus lalu lintas biasanya digunakan untuk mengukur kepadatan suatu lalu lintas pada daerah tertentu. Arus lalu lintas sangat berdampak besar dalam banyak kejadian di jalan maupun persimpangan, sebaliknyaapun juga demikian. Bila arus lalu lintas dapat dikendalikan dan diatur dengan baik, maka kondisi jalan dan persimpangan akan terus kondusif dan normal.

2.4 Ideal Flow Network

Ideal Flow Network atau yang biasa disebut Arus Ideal adalah batas tak terhingga jumlah agregat relatif lintasan pada jaringan yang terhubung kuat dan terdistribusi dalam ruang dan waktu (Teknomo, 2017). Suatu *Ideal Flow Network* dapat terjadi jika adanya persamaan antara arus yang keluar dan masuk dalam suatu ruang dan waktu. Dalam penelitian kami ini *Ideal Flow Network* berguna sebagai acuan yang coba direalisasikan pada arus lalu lintas.

2.5 Deep Learning

Deep learning adalah salah satu jenis dari machine learning yang bertugas untuk melatih komputer agar bisa melakukan pekerjaan seperti manusia, seperti mendeteksi ucapan, mengidentifikasi gambar, dan membuat prediksi (Nurvinda, 2021). Deep learning pada dasarnya melatih sebuah komputer agar bisa belajar secara mandiri untuk mengenali suatu pola tertentu. Pada zaman modern ini *Deep Learning* sangat membantu seorang programmer untuk meningkatkan tools atau menajamkan kemampuan komputer dalam mengenali suatu pola.

2.6 Peran Gabungan dari Ideal Flow Network, Computer Vision dan Deep Learning

Menggabungkan ketiga hal tersebut dalam sebuah penelitian adalah sebuah kemajuan program atau sistem terbaru yang dapat membantu banyak aspek dalam lalu lintas. Dengan memanfaatkan teknologi-teknologi tersebut, berarti penelitian ini sudah mengupayakan dan memaksimalkan peran teknologi dalam menghasilkan penentuan distribusi arus lalu lintas pada persimpangan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Pada awal penelitian ini kami melakukan studi literatur, dimana tujuan dari hal tersebut adalah untuk memberi gambaran besar mengenai tema skripsi yang akan kami ambil. Kemudian selanjutnya adalah mencari contoh video sampel untuk dijadikan bahan percobaan sementara skripsi kami, bila hasil dari percobaan kami sudah valid baru kami akan memakai video utama demi mendapatkan hasil akhir dari penelitian ini. Selanjutnya kami mendownload *Python*, yaitu sebuah bahasa program yang berperan untuk menjalankan *OpenCV* dan *Yolo V3* untuk menganalisa video yang kami dapatkan. Kemudian program melakukan *Image Proccession* yaitu membaca, melihat dan menganalisa dengan jelas masing-masing komponen pada gambar dan keterangannya. Setelah itu program akan melakukan *Object Detection* yaitu mencetak ulang informasi yang python ketahui ke layar komputer dan yang terakhir ada proses *Object Tracking* atau mencetak hasil yang lebih sempurna dan akurat karena ada bantuan untuk menganalisa dari mesin penganalisa pola. Selain itu ada penggunaan program *IFN*, hasil yang dikeluarkan oleh program *IFN* melalui sebuah tahapan dimana harus membuat terlebih dahulu skenario dan datanya secara manual, kemudian dikalibrasikan untuk mendapatkan hasil.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang kami kumpulkan ialah video pada persimpangan jalan raya dan data *NTXY* yang dihasilkan dari *Computer Vision* dan *Deep Learning*. Adapun video yang kami kumpulkan mengandung beberapa unsur seperti :

1. Mempunyai arus kendaraan.
2. Berada pada suatu persimpangan.
3. Ada arah yang akan dilewati oleh kendaraan.
4. Jarak atau berapa jauh kendaraan akan bergerak
5. Waktu yang menunjukkan berapa lama kendaraan bergerak.
6. Kamera memiliki resolusi yang cukup jelas atau jernih dalam memperlihatkan suatu objek, dalam hal ini adalah kendaraan.
7. Berada pada kondisi yang prima (jelas) bukan pada waktu yang meresahkan, seperti hujan deras dan lain sebagainya.
8. Kamera yang beroperasi pada kondisi yang tinggi, dimana masing-masing jalan baik lajur maupun jalur terlihat jelas.
9. Masing-masing kendaraan dapat terlihat dengan jelas tanpa menutupi satu dengan yang lainnya.
10. Umumnya video diambil pada waktu siang hari, tapi tidak menuntut kemungkinan malam hari bila resolusi kamera tergolong amat baik.
11. Lampu merah dan lain sebagainya tidak berpengaruh pada proses analisa video, karena yang dibutuhkan adalah posisi dari masing-masing kendaraan.

3.3 Input Data

Untuk mendapatkan python terlebih dahulu kita harus menginstall anaconda. *Coding* awal dari program kami, kami dapatkan melalui *Github*. Dan dari *coding* tersebut kita kembangkan sesuai dengan keinginan kita.

3.4 Pengolahan Data Excel

Data *NTXY* yang ada pada *excel* tersebut diolah dengan bantuan formula *excel* untuk mendapatkan arus kendaraan, area modulus, dan kepadatan jalan.

3.5 Koordinat Dunia Nyata dan Kegunaannya

Ketika melakukan pengolahan data *excel* ternyata ada variabel yang bisa dicari namun hasil yang didapatkan tidak valid, karena koordinat dari *NTXY* berasal dari gambar, sehingga harus dikonversi menjadi koordinat dunia nyata untuk mendapatkan kecepatan dan arah kendaraan.

3.6 Penggunaan Aplikasi *IFN*

Selain hasil yang bisa didapatkan dari pengolahan data *NTXY*, program *IFN* juga dapat menghasilkan arus dan variabel dari lalu lintas, sehingga kedua hasil tersebut dapat saling dibandingkan atau digabungkan.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan umum

Untuk mendapatkan arus dan variabel lalu lintas pada persimpangan bisa melalui pengolahan data excel maupun kalibrasi *IFN*, nantinya 2 hasil tersebut dapat saling mengoreksi.

4.2 Hasil Penelitian Dari Penggunaan Program Python.

Ini adalah hasil pengolahan data *excel* paling akhir

<i>Flow / Arus Kendaraan</i>	<i>Density / Kepadatan</i>
(unit/jam)	(unit/m ²)
4652	0,02539
Area Modulus	Kecepatan
(m ² /unit)	(km/jam)
<i>Moving Direction / Arah Gerak</i>	
(derajat)	
Kiri (0-25)	193
Kanan (25-60)	334
Lurus (60-90)	802
Jumlah Mobil Terdeteksi	
Dalam waktu 15 menit	193 + 334 + 802 = 1329
Dalam waktu 1 jam	5316

Gambar 1. Hasil Program Kami

4.3 Hasil Penelitian Dari Penggunaan Program *IFN*.

Dari percobaan *IFN* kami menggunakan 2 skenario karena skenario pertama tidak memiliki fase lalu lintas sama sekali, sedangkan skenario 2 memiliki 4 fase.

4.4 Hasil Akhir Program *IFN* Skenario 1 Dan Skenario 2.

Perbandingan data antara *IFN* skenario 1 dan 2

Skenario 1		
<i>Network Performance</i>		
<i>Total Flow</i>	20920,0 <i>pcu/jam</i>	
<i>Max Congestion</i>	0,8136	
<i>Avg Link Speed</i>	29,572 <i>km/jam</i>	
<i>Avg Link Travel Time</i>	2,0297 <i>mnt/jam</i>	
<i>Avg Link Delay</i>	1,7809 <i>dtk/km</i>	
Basis		
<i>Avg Link Distance</i>	4,9412 <i>m/link</i>	
<i>Avg Link Travel Time</i>	0,6017 <i>dtk/link</i>	
<i>Avg Link Delay</i>	0,0088 <i>dtk/link</i>	
Skenario 2		✓
<i>Network Performance</i>		✓
<i>Total Flow</i>	35040 <i>pcu/jam</i>	✓
<i>Max Congestion</i>	0,36	✓
<i>Avg Link Speed</i>	29,9631 <i>km/jam</i>	✓
<i>Avg Link Travel Time</i>	2,002725 <i>mnt/km</i>	✓
<i>Avg Link Delay</i>	0,16325 <i>dtk/km</i>	✓
Basis		✓
<i>Avg Link Distance</i>	4,95835 <i>m/link</i>	✓
<i>Avg Link Travel Time</i>	0,5958 <i>dtk/link</i>	✓
<i>Avg Link Delay</i>	0,0008 <i>dtk/link</i>	✓

Gambar 2. Perbandingan Hasil Skenario 1 & 2

4.5 Perbandingan Hasil Penelitian Python Dan IFN.

Ini adalah hasil dari perbandingan pengolahan data *excel* dan program *IFN*

	<i>Python + Excel</i>	Program <i>IFN</i>
Arus kendaraan	✓	✓
Kepadatan persimpangan	✓	
Kecepatan rata-rata	✓	✓
Area modulus	✓	
Arah Gerak kendaraan	✓	
Pendeteksi kendaraan	✓	
Tingkat kemacetan		✓
Waktu tempuh per km		✓
Waktu tundaan per km		✓
Jarak antar jalan		✓
Waktu tempuh antar jalan		✓
Waktu tundaan antar jalan		✓

Gambar 3. Perbandingan Hasil Python & IFN

Setelah dilakukan perbandingan, ternyata lebih baik bila menggabungkan data hasil dari pengolahan *Excel* dengan program *IFN*

<i>Python + Excel + IFN</i>			
	Data Asli	Alternatif	
Arus kendaraan	4500-5500	35000	<i>pcu/jam</i>
Kepadatan persimpangan	0,02539	-	<i>pcu/m²</i>
Kecepatan rata-rata	29-30	29-30	<i>km/jam</i>
Area modulus	38,38933	-	<i>m²/pcu</i>
Arah Gerak kendaraan	1329	-	-
Pendeteksi kendaraan	5352	-	<i>pcu/jam</i>
Tingkat kemacetan	0,36	-	-
Waktu tempuh per km	2,003	-	<i>mnt/km</i>
Waktu tundaan per km	0,16325	-	<i>dtk/km</i>
Jarak antar jalan	4,95835	-	<i>m/link</i>
Waktu tempuh antar jalan	0,5958	-	<i>dtk/link</i>
Waktu tundaan antar jalan	0,0008	-	<i>dtk/link</i>

Gambar 4. Hasil Gabungan Python, Excel, Dan IFN

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Penelitian yang kami lakukan dapat dikatakan berhasil, meskipun masih ada kekurangan, namun data yang dihasilkan yaitu arus dan variabel lalu lintas lainnya sama dengan kondisi yang terjadi pada waktu dan tempat penelitian.
- Hasil dari penelitian ini masih berupa awal, karena untuk mendapatkan hasil akhir masih membutuhkan banyak langkah pekerjaan dan tidak dapat langsung diaplikasi pada proyek nyata, masih perlu dikembangkan lagi.
- Hasil dari program Python dan excel yang kami buat ternyata cocok dan dapat digabungkan dengan hasil milik kalibrasi program *IFN*. Ini menandakan bahwa Computer Vision, Deep Learning, dan *IFN* dapat digabungkan menjadi 1.

- Melalui penelitian ini, program *IFN* beserta konsepnya terbukti dapat diaplikasikan pada lalu lintas, termasuk juga persimpangan.
- Kekurangan dari penelitian ini adalah kurangnya hasil yang bisa didapatkan dalam 1 kali percobaan, butuh untuk terus dicoba agar mendapatkan hasil yang sesuai.

5.2 Saran

- Kami harap kedepannya semakin banyak orang yang meneruskan penelitian kami ini baik melalui jurnal, karya tulis, skripsi, maupun proyek. Bisa saja hasil dari penelitian kami ini menjadi solusi untuk banyak masalah yang terjadi pada persimpangan lalu lintas, baik itu di suatu wilayah, daerah, negara berkembang, maupun negara maju.

6. DAFTAR REFERENSI

- Detikoto. (2021). *Sering Dituding Biang Macet, Jumlah Kendaraan di Indonesia Tembus 133,6 Juta Unit*, <<https://oto.detik.com/berita/d-5357655/sering-dituding-biang-macet-jumlah-kendaraan-di-indonesia-tembus-1336-juta-unit>> (Juli 20, 2021).
- Badan Pusat Statistik. “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2015-2016.” *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2015-2016*. Badan Pusat Statistik, 2016, <<https://www.bps.go.id/indicator/17/57/2/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis.html>> (Juli 20, 2021).
- Ibnufirnas. (2021). *Pengertian Computer Vision*, <<https://ibnufirnas.com/pengertian-computer-vision/>> (July 25, 2021).
- Yustianingsih H, Istianah (2017). “Survey Kepadatan Arus Lalu Lintas Di Persimpangan Penceng Jalan RA. Rukimini, Kecapi Kabupaten Jepara.” *Reviews in Civil Engineering*, v.01, n.1, p.19-24, 2017
- Admin. (2013). *Jenis Arus Lalu Lintas*, <<http://www.galeripustaka.com/2013/05/jenis-arus-lalu-lintas.html>> (August 2, 2021).
- Nurvinda, G. (2021). *Yuk Kenali Apa itu Algoritma Deep Learning*, <<https://www.dqlab.id/yuk-kenali-apa-itu-algoritma-deep-learning>> (August 2, 2021).
- Teknomo K. (2017), “Ideal Relative Flow Distribution on Directed Network”. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Volume 12, 2017, p.939-958