

# SISTEM VISI KOMPUTER UNTUK KALKULASI KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO

Muhammad Rezza Ardiansyah<sup>1</sup>, Yonal Supit<sup>2</sup>, Muhammad Sadly Said<sup>3</sup>  
Sistem Komputer, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer  
e-mail: [yonalsupit@gmail.com](mailto:yonalsupit@gmail.com)<sup>2</sup>

*Kepadatan kendaraan merupakan salah satu masalah lalu lintas yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia. kepadatan sudah menjadi bagian dari ciri khas suatu kawasan tertentu dikarenakan waktu terjadinya yang rutin terutama pada waktu-waktu puncak seperti yang biasa dikenal dengan jam pergi kantor, jam pulang kantor, akhir pekan dan hari libur. Tujuan penelitian ini membangun sistem untuk mengkalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma YOLO yang di implementasikan pada visi komputer. Sistem ini memanfaatkan teknologi komputer vision yaitu menggunakan kamera sebagai alat input video yang nantinya akan diolah oleh komputer dengan algoritma YOLO. Penelitian sistem visi komputer untuk kalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma YOLO, memiliki beberapa tahapan, dimana setiap tahap memiliki fungsi masing-masing untuk menyelesaikan sistem. Sistem kepadatan kendaraan ini menggunakan metode YOLO sehingga mampu mengkalkulasi kendaraan dengan begitu cepat, Sistem menggunakan bahasa program Python dan sistem operasi Linux, Berdasarkan hasil dari pengujian kepadatan kendaraan dengan metode YOLO sudah bisa membedakan kendaraan ditandai dengan kotak pembatas pada kendaraan yang berada di frame video.*

**Kata kunci:** Kepadatan, Kendaraan, Kalkulasi YOLO

## I. PENDAHULUAN

Kendaraan merupakan alat yang digunakan hampir semua manusia untuk bermobilitas atau berpindah dari tempat yang jauh ataupun dekat. Berbagai jenis kendaraan (sepeda motor) dan beroda empat (mobil truk dan bus). Meningkatnya jumlah kendaraan di Kota Kendari antara Tahun 2018 sampai Tahun 2021 yaitu mencapai lebih dari 100%. Kemajuan teknologi yang terjadi di Kota Kendari berdampak pada perkembangan lalu lintas dan angkutan jalan, sehingga terjadi perubahan pada prasarana jalan, sarana angkutan, dan perangkat lalu lintas lain-lain. Faktor yang lainnya ialah pertumbuhan ekonomi yang menyebabkan pengguna jalan semakin meningkat, Kepadatan kendaraan merupakan salah satu masalah lalu lintas yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia. kepadatan sudah menjadi bagian dari ciri khas suatu kawasan tertentu dikarenakan waktu terjadinya yang rutin terutama pada waktu-waktu puncak seperti yang

biasa dikenal dengan jam pergi kantor, jam pulang kantor, akhir pekan dan hari libur.

Jalan raya merupakan suatu fasilitas transportasi yang amat penting, bagi perkembangan perekonomian suatu daerah, Jalan raya arteri merupakan sebuah jalan utama untuk perkotaan berkapasitas tinggi, antara pusat-pusat perkotaan pada tingkat pelayanan tertinggi, sehingga tidak mudah terjadi kepadatan kendaraan, sedangkan jalan raya lokal merupakan jalan umum yang ditujukan untuk kendaraan angkutan, jalan lokal tersebut sangat mudah terjadi kepadatan kendaraan, oleh karena itu sangat mempengaruhi kelancaran mobilitas masyarakat dan dengan bertambahnya jumlah kendaraan menyebabkan kepadatan lalu lintas yang tinggi dan mengakibatkan kepadatan bahkan bisa terjadi kecelakaan lalu lintas dan jumlah pemilik kendaraan terus bertambah. Akibatnya, menimbulkan kepadatan kendaraan di lalu lintas, dimanaantisipasi dengan pelebaran jalan tampaknya sulit untuk dilakukan. Berbagai macam dampak yang dihasilkan oleh kepadatan kendaraan dan bersifat negatif, setelah dilihat dari berbagai aspek, kepadatan menimbulkan banyak kerugian dari berbagai segi yaitu materi, waktu, dan tenaga.

Seperti dari aspek ekonomi dan menghambat proses produksi dan distribusi sehingga menghambat laju perekonomian yang harusnya berjalan. Dari aspek kesehatan kepadatan menyebabkan dampak negatif yaitu mempengaruhi kondisi fisik dan psikis para pengguna jalan raya, terlebih bagi mereka yang sering beraktivitas di jalan saat berangkat dan pulang dari bekerja dan lain sebagainya. Terjadinya kepadatan adalah dampak dari ketidakseimbangan jaringan lalu lintas karena adanya penumpukan kendaraan yang mengakibatkan kepadatan kendaraan di lalu lintas pada suatu jalan menjadi tinggi sehingga arus lalu lintas menjadi tersendat bahkan berhenti.

Dikarenakan permasalahan tersebut maka di dalam Hasil ini di lakukan penelitian untuk mengkalkulasikan kepadatan kendaraan di lalu lintas. Di lakukan secara otomatis dan di proses pada pengolahan citra digital menggunakan algoritma "You Only Look Once" (YOLO). Penelitian ini dilakukan untuk menyediakan informasi bagi pihak yang berwenang. Implementasinya pada sistem yang penulis bangun adalah untuk mengkalkulasi kepadatan kendaraan di lalu lintas dan menginformasikan kepada pihak yang berwenang. Sistem ini memanfaatkan

teknologi komputer vision yaitu menggunakan kamera sebagai alat input video yang nantinya akan diolah oleh komputer dengan algoritma YOLO.

**II. LANDASAN TEORI**

**2.1. Grafik Komputer (Computer Graphics)**

Grafika komputer (Computer Graphics) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari proses untuk menciptakan suatu gambar berdasarkan deskripsi objek. Hal ini meliputi teknik-teknik untuk membuat gambar objek sesuai dengan keberadaan objek tersebut di alam nyata. Grafika komputer mencoba memvisualisasikan suatu informasi menjadi citra. Jadi, input dari grafika komputer adalah informasi atau data deskriptif tentang citra yang akan digambar, sedangkan output nya adalah berupa citra (Sutoyo, 2009).

**2.2 Visi Komputer**

Visi komputer adalah suatu bidang yang bertujuan untuk membuat suatu keputusan yang berguna mengenai obyek fisik nyata dan keadaan berdasarkan atas sebuah citra.. *Computer Vision* merupakan kombinasi antara pengolahan citra dan pengenalan pola. Hasil keluaran dari proses *Computer Vision* merupakan *image understanding*(Shapiro, 2001).

**2.3. Proses pada Computer Vision**

Memperoleh, mengambil atau mengakuisisi citra. Melakukan operasi pengolahan citra (teknik komputasi) untuk memodifikasi data citra. Menganalisis dan menginterpretasi citra, dan mempunyai tujuan tertentu, misalnya memandu robot, mengontrol peralatan, memantau proses manufaktur, dan lain-lain(Pittaway et al., 2004).

**2.4. Kepadatan Kendaraan**

Kepadatan kendaraan ketidaklancaran arus lalu lintas menimbulkan masalah-masalah lalu lintas, Pada dasarnya kepadatan lalu lintas terjadi akibat dari jumlah arus lalu lintas pada suatu ruas jalan tertentu yang melebihi kapasitas maksimum yang dimiliki oleh jalan tersebut. Kepadatan adalah situasi tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan yang melebihi kapasitas jalan. Kepadatan lalu lintas di jalan juga terjadi karena ruas jalan yang sudah mulai tidak mampu lagi menerima atau melewati arus kendaraan yang datang. Hal ini terjadi karena pengaruh hambatan atau gangguan samping yang tinggi, sehingga mengakibatkan penyempitan ruas jalan, seperti : parkir di badan jalan, berjualan di trotoar dan badan jalan, pangkalan ojek, kegiatan sosial yang menggunakan badan jalan (pesta atau kematian) dan lain-lain. (Tamin, 2000)

**2.5. Citra**

Citra dikelompokkan menjadi citra tampak dan citra tak tampak. Citra tampak dalam kehidupan sehari-hari adalah foto keluarga, lukisan, apa yang tampak di layar monitor. Sedangkan citra tak tampak misalnya gambar dalam file (citra digital), citra yang direpresentasikan dengan fungsi matematis. Agar dapat dilihat manusia, citra tak nampak ini harus dirubah dulu menjadi citra tampak, misalnya dengan menampilkannya dimonitor atau dicetak diatas kertas. Di antara citra-citra tersebut, hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan computer. Jenis citra lain, jika hendak diolah dengan computer,

harus diubah terlebih dahulu menjadi citra digital. Proses perubahan citra lain tersebut menjadi citra digital disebut digitasi. Digitasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat atau sensor seperti kamera, *webcam scanner* dan sebagainya, (Wakhidah, 2012a).

**2.6. Citra Digital**

Citra digital adalah sebuah array yang berisi nilai – nilai real maupun kompleks yang di representasikan dengan dereta *bit* tertentu,(Putra, 2010)

**2.7. Pengolahan Citra Digital**

Arti pengolahan menurut kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah suatu cara atau proses mengusahakan sesuatu supaya menjadi lain atau menjadi lebih sempurna. Sedangkan citra menurut KBBI berarti rupa atau gambar, dalam hal ini adalah gambar yang diperoleh menggunakan sistem visual. Secara keseluruhan pengolahan citra berarti suatu cara mengusahakan suatu citra menjadi citra lain yang lebih sempurna atau yang diinginkan. Dengan kata lain, pengolahan citra adalah suatu proses dengan masukan citra dan menghasilkan keluaran berupa citra seperti yang dikehendaki, (Sulistiyanti et al., 2016).

**2.8. Membaca Citra**

format gambar yang ditunjukkan dalam citra digital (Kadir & Susanto, 2012).

|      |            |   |
|------|------------|---|
| TIFF | .tif,.tiff | <i>Tagged Image File Format</i> merupakan format citra yang mula-mula dibuat oleh Aldus. Kemudian, dikembangkan oleh Microsoft dan terakhir oleh Adobe. |
|------|------------|---|

**2.9. Ruang Warna RGB**

Ruang warna RGB (red, green, blue) merupakan ruang warna yang didasarkan pada hasil akuisisi frekuensi warna oleh sensor elektronik. Bentuk keluaran dari sensor ini adalah berupa sinyal analog, yang kemudian intensitas amplitudonya didigitalisasi dan dikodekan dalam 8 bit untuk setiap warnanya. Dari tiga warna dasar ini dapat terbentuk 224 atau 16.777.216 warna lainnya. RGB adalah ruang warna aditif yang berarti semua warna dimulai dari hitam dan dibentuk dengan menambahkan warna dasar R, G dan B. Setiap warna yang tampak merupakan kombinasi dari tiga komponen R, G dan B (Astuti, 2013).

**2.10. Ekstraksi Ruang Warna RGB**

Setelah mendapatkan nilai maksimum dan minimum dari red, green, dan blue pada proses sebelumnya, proses pengambilan nilai maksimum dan minimum red dan green dilakukan pada tahap selanjutnya. Nilai maksimum dan minimum red diambil untuk membedakan warna daun yang hijau dengan yang kemerah-merahan. Karena pada dataset terdapat daun yang berwarna kemerah-merahan. Sedangkan nilai maksimum dan minimum green diambil untuk membedakan warna hijau pada setiap jenis daun, (Sanusi et al., 2020).

**2.11. Klasifikasi**

Klasifikasi citra merupakan proses pengelompokkan pixel pada suatu citra ke dalam sejumlah class (kelas), dan setiap kelas dapat menggambarkan suatu entitas dengan ciri-ciri tertentu. Tujuan utama dari klasifikasi citra adalah

menghasilkan peta tematik, yang mana satu warna mewakili suatu objek tertentu, (Arifin & Kurniati, 2002).

### 2.12. Resolusi

Pengertian resolusi yang berhubungan dengan pengolahan citra adalah jumlah pixel atau dot (titik) pada satuan panjang monitor. Resolusi ini biasa disebut dengan dpi atau dot per inch. Resolusi adalah ukuran seberapa banyak jumlah pixel yang ditampilkan pada monitor dalam satu waktu (Fadlisyah, 2007).

### 2.13. Object Detection

*Object Detection* adalah teknologi komputer yang terkait dengan visi komputer dan pemrosesan gambar yang berhubungan dengan mendeteksi instance objek semantik dari kelas tertentu (seperti manusia, bangunan, atau mobil) dalam gambar dan video digital. Domain yang dideteksi dengan baik dari objek deteksi termasuk deteksi wajah dan deteksi pejalan kaki. Deteksi objek memiliki aplikasi di banyak bidang penglihatan komputer, termasuk pengambilan gambar dan pengawasan video, (Kom et al., 2020).

### 2.14. Video digital

Video digital sebenarnya terdiri atas serangkaian gambar digital yang ditampilkan dengan cepat pada kecepatan yang konstan. Dalam konteks video, gambar ini disebut *frame*. Satuan ukuran untuk menghitung frame rata-rata yang ditampilkan disebut frame per second (FPS). Setiap frame merupakan gambar digital, pada dasarnya tersusun atas serangkaian frame, rangkaian frame tersebut ditampilkan pada layar dengan kecepatan tertentu, tergantung pada frame rate yang diberikan (dalam frame/second). Jika frame rate cukup tinggi, mata manusia tidak dapat menangkap gambar atau frame, melainkan menangkapnya sebagai rangkaian frame yang saling bersambungan (continue). Karakteristik suatu video digital ditentukan oleh resolusi (resolution) atau frame dimension (dimensi gambar), aspect ratio, bit depth (kedalaman bit), frame rate (laju frame), dan pixel video tersebut. Karakteristik - karakteristik ini akan menentukan kualitas video dan jumlah bit yang dibutuhkan untuk menampilkannya (Miftahur Rohman, 2011).

### 2.15. Linux

Linux adalah sistem operasi yang disebarluaskan secara luas dengan gratis di bawah lisensi GNU *General Public License* (GPL), yang berarti juga *source code* Linux tersedia. Linux pertama kali dibuat oleh Linus Torvalds di Universitas Helsinki, terinspirasi dari Minix. Minix adalah sistem UNIX kecil yang dikembangkan oleh Andy Tanenbaum. Linux versi 0.02 hanya dapat menjalankan bash (GNU Bourne Again Shell) dan gcc (GNU C Compiler) (Faizal, F. I. 2006).

### 2.16. Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaks kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif. Python juga didukung oleh komunitas yang besar. Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya; namun tidak dibatasi; pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan

pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi dengan manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, python umumnya digunakan sebagai bahasa *script* meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa *script*. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi (Syahrudin & Kurniawan, 2018).

### 2.17. Open CV

Open CV adalah library yang digunakan untuk pemrosesan citra. Digunakan untuk mengubah citra dengan format RGB menjadi format biner. Beberapa proses dalam mengolah suatu citra seperti plotting histogram, perubahan format citra dapat dilakukan dengan menggunakan Open CV. Open CV dapat digunakan untuk pengembangan computer vision. (Utama & Kusumawardhani, 2017).

### 2.18. Deep Learning

*Deep learning* adalah salah satu cabang dari ilmu pembelajaran mesin (Machine Learning) yang terdiri algoritma pemodelan abstraksi tingkat tinggi pada data menggunakan sekumpulan fungsi transformasi non-linear yang ditata berlapis-lapis dan mendalam. Teknik dan algoritma dalam pembelajaran dalam dapat digunakan baik untuk kebutuhan pembelajaran terarah (supervised learning), pembelajaran tak terarah (unsupervised learning) dan semi terarah (semi-supervised learning) dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan citra, pengenalan suara, klasifikasi teks, dan sebagainya. Deep learning disebut sebagai deep karena struktur dan jumlah jaringan saraf pada algoritmanya sangat banyak bisa mencapai hingga ratusan lapisan.

### 2.19. Artificial intelligence

*Artificial intelligence* adalah bagian dari ilmu yang ditujukan untuk membuat *software* dan *hardware* menghasilkan sesuatu seperti yang dihasilkan manusia (Trippi & Turban, 1992).

### 2.20. Metode Algoritma YOLO

Model pertama dari YOLO dijelaskan pertama kali oleh Joseph Redmon, pada tahun 2015 jurnal yang berjudul You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Tercatat bahwa Ross Girshick, pengembang dari R-CNN, merupakan penulis dan contributor dalam jurnal tersebut. Pendekatannya melibatkan jaringan saraf tunggal yang dilatih end-to-end menggunakan gambar sebagai input dan memprediksi bounding box dan label kelas untuk setiap bounding box. Teknik ini menawarkan akurasi prediksi yang lebih rendah, meskipun beroperasi pada 45 fps hingga 155 fps dengan optimasi kecepatan dari versi model ini. Model ini bekerja dengan langkah awal membagi gambar *input* menjadi beberapa sel *grid*, dimana setiap sel bertanggung jawab untuk memprediksi *bounding box* jika *bounding box* yang ditengah termasuk didalamnya. Setiap sel *grid* memprediksi *bounding box* melibatkan koordinat x,y lebar, tinggi dan nilai *confidence*. Sebuah prediksi kelas juga berdasarkan dari setiap *sel*. Sebagai contoh, gambar dibagi menjadi 7x7 *grid* dan setiap *sel* dalam *grid* dapat

memprediksi dua *bounding box*, menghasilkan 98 prediksi *bounding box* yang diusulkan. Kelas probabilitas dan *bounding box* dengan *confidence* lalu digabungkan menjadi sebuah *bounding box* akhir dan label kelas. Berikut adalah *flowchart* proses YOLO (Y. Liu and S. Mehta, 2019).

**2.20.1 Features extraction Layer**

Proses *Features extraction Layer* yang terjadi pada arsitektur ini adalah melakukan encoding dari sebuah citra menjadi *features* yang berupa angka-angka yang mempresentasikan citra tersebut. Proses *features extraction layer* adalah proses dari sebuah image menjadi *features* yang berupa angka-angka yang mempresentasikan image tersebut (Rezka Ifmanur Isnaini, 2020).

**2.20.2. Convolutional Neural Network (CNN)**

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah variasi dari *Multilayer Perceptron* yang terinspirasi dari jaringan syaraf manusia. CNN pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi yang terdiri dari lapisan *input* dan *output*, serta beberapa lapisan tersembunyi (Yao, 2019). CNN menjadi sangat populer setelah memenangkan *Image Net Large Scale Recognition Challenge* ILSVRC 2012. Dalam makalah tersebut, mereka menggunakan lebih dari 600.000 *neuron* dan 7 lapisan tersembunyi untuk memberikan model data yang baik untuk menghindari *overfitting*. Pada CNN, setiap *neuron* direpresentasikan dalam bentuk dua dimensi, tidak seperti MLP yang setiap *neuron* hanya berukuran satu dimensi. CNN termasuk dalam *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi. *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan salah satu jenis *Neural Network* yang berisi kombinasi beberapa *layer* yaitu *convolutional layer*, *pooling layer* dan *fully connected layer* (Hu, Huang, Wei, Zhang, & Li, 2015)

**2.20.3. Convolution**

*Convolution* ini memiliki tujuan utama yaitu mengekstrak fitur dari gambar masukan. *Convolution* ini bekerja dengan mempelajari fitur gambar menggunakan kotak-kotak kecil untuk mengetahui *pixel* pada data yang dimasukkan (Krizhevsky et al., 2012).

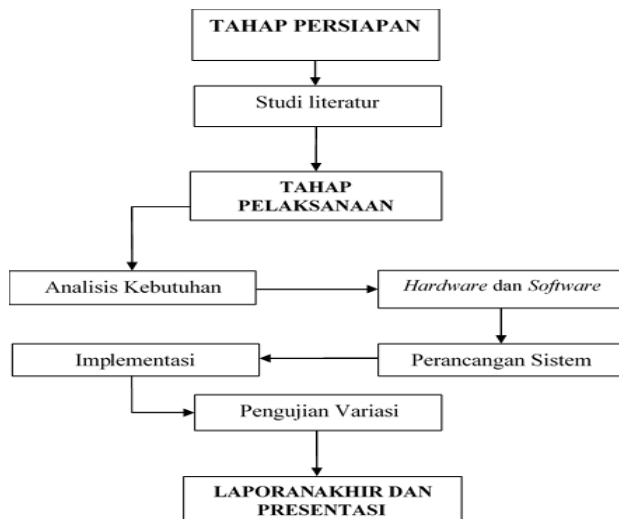
**2.20.4. Bounding Box**

*Bounding box* merupakan *marquee* khusus yang berupa kotak atau lingkaran yang memiliki titik-titik koordinat dan ukuran lebar serta tinggi (Komputer, 2008). Untuk mencari *bounding box* gambar terlebih dahulu dibagi menggunakan kotak-kotak pada seluruh bagian gambar, kotak ini dinamakan *grid cell*. Setiap kotak dijadikan sebagai titik tengah dan diberikan 3 bentuk *BBoxes*. *BBoxes* ini digabungkan dengan *confidence*, penggabungan ini mempunyai kerja masing-masing yaitu memprediksikan apakah ada objek atau tidak. Jika seandainya diprediksi adanya objek maka *BBoxes* akan diberikan nilai 1, jika tidak diberikan nilai 0. *BBoxes* yang bernilai 1 akan menghasilkan *bounding box*. Setiap *bounding box* memiliki 5 prediksi : *x*, *y*, *w*, *h* dan *confidence*. (*x,y*) sebagai titik koordinat tengah *grid cell*. (*w,h*) *width* dan *height* sebagai batas ukuran keseluruhan gambar (objek). *Confidence* adalah bentuk nilai keyakinan dari prediksi. (Redmon et al., 2016).

**III. METODE PENELITIAN**

**3.1 Tahapan Penelitian**

Penelitian Sistem Visi Komputer Untuk Kalkulasi Kepadatan Kendaraan Menggunakan Algoritma YOLO ini memiliki beberapa tahapan, dimana setiap tahap memiliki fungsi masing-masing untuk menyelesaikan sistem. Gambar 3.1 merupakan diagram blok penelitian ini.



Gambar 3.1. Flowchart tahapan penelitian.

Pelaksanaan Hasil penelitian, dibagi menjadi lima tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap evaluasi, dan tahap laporan akhir dan presentasi :

**3.1.1. Tahap Persiapan**

Sebelum masuk dalam tahap pelaksanaan penelitian, terdapat beberapa persiapan-persiapan yang harus dilakukan untuk menciptakan perangkat yang efektif. Persiapan-persiapan tersebut antara lain:

**3.1.2. Studi Literatur**

Studi Literatur dengan mengumpulkan data pustaka, membaca dan mencatat serta mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan.

**3.1.3. Tahap Pelaksanaan Penelitian**

**3.1.3.1 Analisis Kebutuhan**

Analisa kebutuhan perangkat merupakan tahap yang paling penting dalam suatu pengembangan sebuah teknologi, karena kesalahan pada tahap analisis sistem pada perangkat akan menyebabkan kesalahan pada tahap selanjutnya. Dengan adanya proses ini, diharapkan dapat menentukan sejauh mana perangkat (alat) yang dibuat tersebut dapat mencapai target. Dari proses tersebut akan dihasilkan suatu gambaran sistem yang kemungkinan memiliki kesalahan-kesalahan ataupun kelemahan-kelemahan sehingga dimungkinkan dilakukan perbaikan. Dalam sebuah sistem pasti sering terjadi suatu kendala untuk mencapai suatu tujuan dan sering kali kita menyadari bahwa masalah itu terjadi setelah sistem yang berjalan tidak benar. Jika terjadi masalah kita harus bisa menemukan penyebabnya, karena masalah timbul tidak dengan sendirinya melainkan ada sebab yang menimbulkan masalah tersebut. Tujuan dilakukannya

analisis perangkat yaitu untuk memahami sistem perangkat yang sedang berjalan.

**3.1.2.2 Hardware dan Software**

**A. Perangkat Keras (Hardware)**

Perangkat keras yang dibutuhkan sebagai sarana penunjang dalam pembuatan perangkat ini sistem visi komputer untuk kalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma YOLO, yaitu berupa laptop , kamera drone , kamera hp dan webcam.

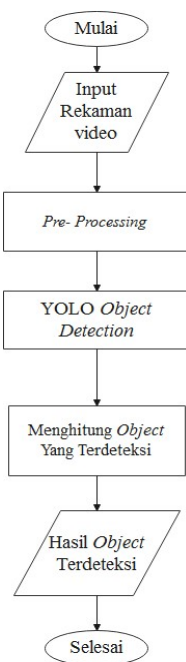
**B. Perangkat Lunak (Software)**

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Rekaman Video
2. Linux Ubuntu (64) bit sebagai sistem operasi
3. python sebagai bahasa pemrograman yang akan digunakan

**3.1.2.3 Perancangan Sistem**

Perancangan dan realisasi mengkalkulasi keberadaan kendaraan yang membuat padat di kamera. Berikut *flowchart* sistem :



**Gambar 3.2.** *Flowchart* Sistem YOLO Object Detection

**3.1.2.4 Implementasi**

Pada tahap implementasi sistem, yang dibuat sesuai dengan rancangan sistem yang diperlukan, untuk membangun sistem maka diperlukan library berikut:

Library Fungsi

1 Open CV

Sebuah Library yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time

2 CUDA (Compute Unified Device Architecture)

komputasi paralel dan model pemrograman yang memungkinkan peningkatan dramatis dalam kinerja komputasi dengan memanfaatkan kekuatan dari graphics processing unit (GPU).

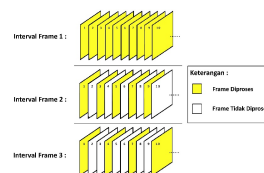
3 CUDA Toolkit Sebagai Accelerator untuk pemrosesan grafis pada komputer.

4 YOLO (You Only Look Once) Deteksi Object

**3.1.2.5 Pengujian Variasi**

Peneliti melakukan beberapa pengujian berdasarkan perancangan program yang telah dibuat. Agar mengetahui seberapa akurat metode yang dibuat untuk mengkalkulasi kendaraan. Berikut beberapa tahapan pengujian:

1. Waktu pengujian, diantara waktu pengujian adalah pagi, siang, sore dan malam hari.
2. Kondisi cuaca, yaitu kondisi cerah dan mendung
3. Interval frame, yaitu pemilihan frame yang akan diproses untuk mengkalkulasikan kepadatan kendaraan.



**Gambar 3.3.** *Interval Frame*

4. Pengujian secara real time menggunakan mobil mainan yang menjadi objek yang akan di kalkulasi.

**3.1.3 Evaluasi**

Evaluasi kegiatan mencakup tiga aspek target evaluasi, yaitu sistem pelaksanaan kegiatan dan sistem testing. Evaluasi sistem pelaksanaan kegiatan dilakukan berkali-kali bertujuan untuk mengkalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma YOLO yang paling efektif dan efisien. Evaluasi dilakukan untuk menghasilkan perangkat yang optimal. Evaluasi dilakukan setiap kali proses uji coba dilakukan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tercapai tidaknya target-target perangkat agar program ini sesuai dengan yang telah dirancang.

**3.1.4 Tahap Laporan Akhir dan Persentasi**

Penulisan laporan yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan analisis sistem yang telah dirancang dan hasil penelitian sesuai dengan program yang akan dibangun.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

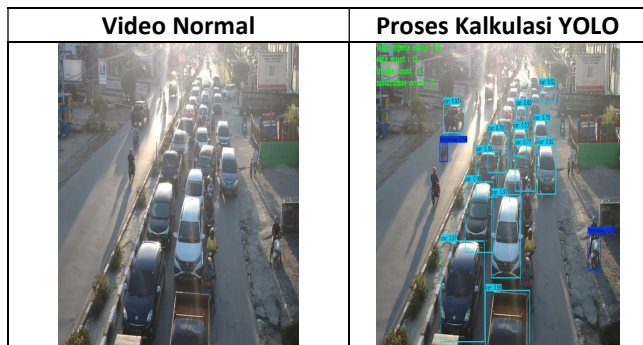
Pada bab ini membahas tentang banyaknya hasil dari pengujian dan hasil penelitian Tugas Akhir ini. Dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari perancangan sistem yang telah diajukan dan dikerjakan. Pengujian dilakukan meliputi kalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma YOLO

**4.1. Perancangan Sistem**

**4.1.1 Pengambilan data**

Pada proses ini peneliti menggunakan data primer yang bersumber dari pengumpulan data yang dilakukan secara langsung oleh peneliti. Proses pengambilan data primer dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Mengambil data video (satu posisi take) pada beberapa subjek yang sudah di tentukan sesuai dengan tujuan penelitian, terutama subjek kendaraan.
- b. Mengambil setiap frame yang dianggap penting dari data video yang akan dijadikan data untuk pengkalkulasian, Selanjutnya proses kalkulasi.
- c. Proses kalkulasi YOLO, mengingat kebutuhan data yang terfokus pada kepadatan kendaraan. Berikut gambar proses kalkulasi YOLO ;



Gambar 4.1. Proses kalkulasi YOLO

4.2 Pengujian Sistem

4.2.1 Tujuan

Untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan fungsi yang di inginkan untuk mengkalkulasi kepadatan kendaraan.

4.2.2. Uji Keakuratan YOLO Deteksi Kendaraan Terhadap Waktu pengujian.

Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian terhadap keakuratan Algoritma YOLO untuk mendeteksi kendaraan. Berikut adalah hasil dari pendeteksian kendaraan YOLO:

4.2.3 Pengujian Beberapa Skenario Waktu

Hasil dari pengujian terlihat pada tabel Pengujian dilakukan dengan menggunakan data video object yang pengambilannya terdiri dari beberapa skenario waktu.

4.2.4. Pengujian Beberapa Keadaan Cuaca

Hasil dari Pengujian dilakukan dengan menggunakan data video yang pengambilannya terdiri dari beberapa skenario keadaan cuaca.

4.2.5 Pengujian dengan kamera Webcam secara Real Time

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data video yang di input menggunakan kamera webcam, dengan cara mengkoneksikan webcam terlebih dahulu dengan perangkat laptop menggunakan port USB, selanjutnya program dijalankan melalui terminal linux.

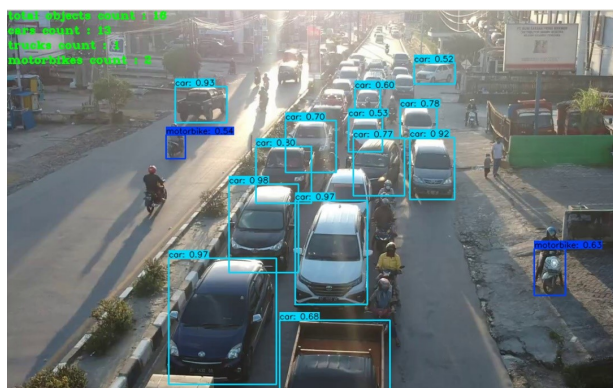
4.2.6 Hasil Pengujian Kalkulasi Kendaraan Yang Tertangkap Kamera Drone

Dalam pengujian ini terlihat bahwa kepadatan kendaraan berhasil dikalkulasi oleh kotak pembatas yang berfungsi untuk mengkalkulasi banyaknya kendaraan, hasilnya akan ditampilkan di video pada bagian pojok kanan yang dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.2. Hasil Pengujian Kalkulasi Kendaraan Yang Tertangkap Kamera Drone

4.2.7. Sample Video 1



Gambar 4.3. Jl. MT Haryono

Dapat kita simpulkan dari gambar diatas di JL MT Haryono pada hari senin, tanggal 19 juni 2021 terjadi kepadatan kendaraan, program berhasil mengkalkulasi kendaraan.

| NO     | Frame  | JUMLAH KENDARAAN       |            |                  |
|--------|--------|------------------------|------------|------------------|
|        |        | Jumlah Yang Sebenarnya | Terdeteksi | Terdeteksi Error |
| 1      | Ke 10  | 28                     | 17         | 11               |
| 2      | Ke 20  | 27                     | 15         | 12               |
| 3      | Ke 30  | 25                     | 15         | 10               |
| 4      | Ke 40  | 26                     | 15         | 11               |
| 5      | Ke 50  | 27                     | 12         | 15               |
| 6      | Ke 60  | 28                     | 12         | 16               |
| 7      | Ke 70  | 21                     | 10         | 11               |
| 8      | Ke 80  | 15                     | 12         | 3                |
| 9      | Ke 80  | 15                     | 8          | 7                |
| 10     | Ke 100 | 13                     | 8          | 5                |
| 11     | Ke 110 | 13                     | 11         | 2                |
| 12     | Ke 120 | 19                     | 10         | 9                |
| Jumlah |        | 257                    | 145        | 112              |

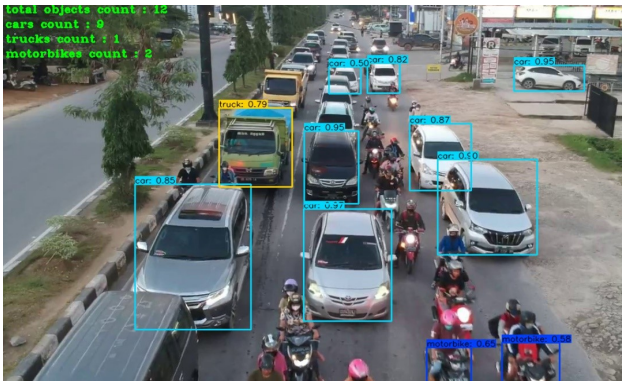
Tabel 4.1. Hasil pengujian dengan keakuratan data 56% pada sampel video 1

Pada di atas pengambilan data dengan menguji keakuratan kalkulasi kepadatan kendaraan dan kalkulasi manual dapat disimpulkan bahwa masih terdapat banyak

deteksi error. Karena data keberhasilan sudah ditemukan maka dapat melakukan proses kalkulasi dengan cara.

$$\begin{aligned} \text{Keakuratan Data} &= \left( \frac{\text{Terdeteksi}}{\text{Jumlah Yang Sebenarnya}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{145}{257} \right) \times 100\% \\ &= 56\% \end{aligned}$$

**4.2.8 Sample Video 2**



**Gambar. 4.4.** Jl. Laode Hadi

Dapat kita lihat dari gambar diatas di Jl Laode Hadi pada hari minggu 24 juli 2021, telah terjadi kepadatan kendaraan program berhasil berjalan dengan baik dan program berhasil mengkalkulasi kepadatan tersebut seperti yang kita lihat pada gambar.

| NO | Frame  | JUMLAH KENDARAAN       |            |                  |
|----|--------|------------------------|------------|------------------|
|    |        | Jumlah Yang Sebenarnya | Terdeteksi | Terdeteksi Error |
| 1  | Ke 10  | 19                     | 13         | 6                |
| 2  | Ke 20  | 14                     | 7          | 7                |
| 3  | Ke 30  | 11                     | 9          | 2                |
| 4  | Ke 40  | 4                      | 4          | 6                |
| 5  | Ke 50  | 4                      | 3          | 1                |
| 6  | Ke 60  | 6                      | 6          | 3                |
| 7  | Ke 70  | 4                      | 4          | 5                |
| 8  | Ke 80  | 5                      | 5          | 7                |
| 9  | Ke 90  | 6                      | 5          | 1                |
| 10 | Ke 100 | 8                      | 5          | 3                |
| 11 | Ke 110 | 4                      | 3          | 1                |
| 12 | Ke 120 | 4                      | 4          | 5                |
| 13 | Ke 130 | 8                      | 6          | 2                |
| 14 | Ke 140 | 10                     | 5          | 5                |
| 15 | Ke 150 | 7                      | 5          | 2                |
| 16 | Ke 160 | 7                      | 7          | 4                |
| 17 | Ke 170 | 10                     | 7          | 3                |
| 18 | Ke 180 | 8                      | 6          | 2                |
| 19 | Ke     | 8                      | 7          | 1                |

|        |           |     |     |    |
|--------|-----------|-----|-----|----|
|        | 190       |     |     |    |
| 20     | Ke<br>200 | 6   | 5   | 1  |
| Jumlah |           | 153 | 116 | 37 |

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian dengan keakuratan data 75% pada sample video 2

Pada pengambilan data dengan menguji keakuratan kalkulasi kepadatan kendaraan dan kalkulasi manual dapat disimpulkan bahwa masih terdapat banyak deteksi error. Karena data keberhasilan sudah ditemukan maka dapat melakukan proses kalkulasi dengan cara.

$$\begin{aligned} \text{Keakuratan Data} &= \left( \frac{\text{Terdeteksi}}{\text{Jumlah Yang Sebenarnya}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{116}{153} \right) \times 100\% \\ &= 75\% \end{aligned}$$

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian yang telah dilakukan terhadap Sistem Visi Komputer Untuk Kalkulasi Kepadatan Kendaraan Menggunakan Algoritma YOLO, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1.) Berdasarkan hasil pengujian pengaruh kondisi waktu terhadap kalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan yolo, terlihat bahwa semakin cerah kondisi cuaca, peluang kalkulasi kepadatan kendaraan pada jarak jauh se-makin besar. Pada resolusi berdasarkan hasil pengujian pengaruh kondisi terhadap waktu pagi, siang, sore dan malam, proses dapat disimpulkan bahwa pada waktu pagi, siang dan sore kendaraan lebih mudah dikalkulasi, saat kondisi malam hari kendaraan juga dapat dikalkulasi dengan baik pada jarak lebih dari 7 m (meter).
- 2.) Hasil pengujian pengaruh kondisi waktu terhadap kalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma yolo terlihat bahwa semakin cerah kondisi cuaca, peluang terdeteksinya kendaraan semakin baik.
- 3.) Hasil dari pengujian keakuratan data di ketahui 75%
- 4.) Hasil dari pengujian kepadatan kendaraan dengan metode YOLO sudah bisa membedakan kendaraan ditandai dengan kotak pembatas (bounding box) pada kendaraan yang berada di frame video.
- 5.) Hasil pengujian kepadatan kendaraan berdasarkan metode YOLO telah berhasil mengkalkulasi jumlah kendaran yang dideteksi.

**SARAN**

Diharapkan kedepannya, terutama untuk penelitian ini dapat dikembangkan lebih baik lagi, maka penulis memberikan saran kepada peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian ini, adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan komputer/leptop yang lebih baik agar Algoritma lebih mu-dah dijalankan.
2. Menggunakan kamera yang lebih baik, agar jarak deteksi lebih jauh
3. Menambahkan objek lain agar program lebih baik lagi.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Arifin, A. Z., & Kurniati, W. D. S. (2002). Penggunaan Analisa Faktor Untuk Klasifikasi Citra Penginderaan Jauh Multispektral. JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi, 1(1), 12–19.

- [2] Astuti, F. (2013). *Pengolahan Citra Digital Konsep Dan Teori*. Yogyakarta: Andi.
- [3] B. Benjdira, T. Khursheed, A. Koubaa, A. Ammar and K. Ouni, "Car detection using unmanned aerial vehicles: Comparison between Faster R-CNN and YOLOv3," 2019 1st International Conference on Unmanned Vehicle Systems, pp. 1-6, 2019.
- [4] Barnett, J., Mani, I., Rich, E., Aone, C., Knight, K., & Martinez, J. C. (1991). Capturing language-specific semantic distinctions in interlingua-based MT. *Proceedings of Machine Translation Summit*, Washinton, DC, 25–32.
- [5] Bui, V. & Chang, L. (2017). *Deep Learning Architectures for Hard Character Classification*. ISBN: 1-60132-438-3, CSREA Press, 108–114.
- [6] Faizal, F. I. (2006). *Perancangan Dan Pembuatan Perangkat Lunak Windows Domain Login Dalam Sistem Operasi Linux Debian Menggunakan Active Directory Dan Winbind* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [7] Fadlia, N., & Kosasih, R. (2019). Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 24(3), 207-215.
- [8] Fadlisyah, Ss. (2007). *Computer Vision dan Pengolahan Citra*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [9] Gonzalez, Rafael C. (2008). *Pemrosesan gambar digital*. Woods, Richard E. (Richard Eugene), 1954- (edisi ke-3rd). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. hlm. 23–28. ISBN 9780131687288. OCLC 137312858
- [10] Hu, W., Huang, Y., Wei, L., Zhang, F. & Li, H. (2015). Deep Convolutional Neural Networks for Hyperspectral Image Classification. *Journal of Sensors*: 1-12.
- [11] Isnaini, R. I. (2020, August 21). *Aplikasi Penghitung Kendaraan yang Melintas di Jalan Raya Berdasarkan Metode YOLO Object Detection*.
- [12] Kadir, A., & Susanto, A. (2012). *Pengolahan Citra teori dan aplikasi*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- [13] Kom, Y. F. S., Andiono, E., & Khamali, M. (2020). Aplikasi Object Detection and Tracking Untuk Penyandang Tunanetra dengan Internet of Things (IoT)(Menggunakan Bahasa Pemrograman Phytion). *Journal informatics, science & technology*, 10(1).
- [14] Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 25, 1097–1105.
- [15] Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritma*.
- [16] Mustikarani, Wini. 2016. Analisis Faktor – Faktor Penyebab Kemacetan Lalu – Lintas Di Sepanjang Jalan H Rais A Rahmad (Sui Jawi) Kota Pontianak. *Jurnal Edukasi*. Juni. Vol. 14, No. 1.
- [17] Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- [18] Permana, a. a. (2019). Pengamanan teks menggunakan metode Algoritma RSA dengan verifikasi realtime biometrik menggunakan Opencv. *Jurnal teknik*, 7(2).
- [19] Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International Journal of Management Reviews*, 5(3-4), 137–168.
- [20] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2015). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 779–788.
- [21] Rohman, M. (2009). *Analisa Gerakan Manusia Pada Video Digital*.
- [22] Sanusi, H., Suryadi, H. S., & Susetianingtiyas, D. T. (2020). Pembuatan Aplikasi Klasifikasi Citra Daun Menggunakan Ruang Warna Rgb Dan Hsv. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 24(3), 180–190.
- [23] Sulistiyanti, S. R., Setyawan, F. X., & Komarudin, M. (2016). *Pengolahan Citra, Dasar dan Contoh Penerapannya*. Teknosain.
- [24] Syahrudin, A. N., & Kurniawan, T. (2018). Input Dan Output Pada Bahasa. *Jurnal Dasar Pemrograman Python STMIK*, 1–7
- [25] Shapiro, L.G., Stockman, G.C. (2001). *Computer Vision*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- [26] Sutoyo, T. et.al. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta.
- [27] Tamin, Ofyar Z., *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Bandung : Penerbit ITB, 2000.
- [28] Trippi, R. R., & Turban, E. (1992). *Neural networks in finance and investing: Using artificial intelligence to improve real world performance*. McGraw-Hill, Inc.
- [29] Utama, S. W., & Kusumawardhani, A. (2017). Aplikasi Pendeteksi Plat Nomor Negara Indonesia Menggunakan OpenCV dan Tesseract OCR pada Android Studio. No. December.
- [30] Wakhidah, N. (2012a). Deteksi Plat Nomor Kendaraan Bermotor Berdasarkan Area pada Image Segmentation. *Jurnal Transformatika*, 9(2), 55–63.
- [31] Y. Liu and S. Mehta, *Hands-On Deep Learning Architectures with Python*, Birmingham: Packt Publishing, 2019.