

# LIVE MONITORING PARKIRAN MOBIL MENGGUNAKAN CCTV DAN COMPUTER VISION

Fadhlorahman<sup>#1</sup>, Aji Gautama Putrada<sup>#2</sup>, Sidik Prabowo<sup>#3</sup>.

<sup>#</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>fadhlu@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>ajigps @telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>pakwowo@telkomuniversity.ac.id.

## Abstrak

Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan Indonesia dapat mencapai 15% pertahun dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus bertambah di Indonesia memberikan permasalahan tersendiri terhadap kebutuhan ruang parkir. Sistem parkir konvensional saat ini menitik beratkan pengemudi untuk mencari lahan parkir sendiri yang dapat menambah pembuangan emisi gas dan waktu. CCTV yang terdapat pada lokasi parkir dapat dimanfaatkan sebagai alat untuk mengetahui jumlah parkir yang kosong dengan cara menerapkan *computer vision* pada sistem CCTV yang mampu mengirimkan data pada server untuk diolah kembali dan memberitahu lokasi parkir yang tersedia. Pengujian yang dilakukan dengan mengambil sampel 3 video parkir pada hari yang berbeda memberikan hasil total akurasi 52,33%.

**Kata Kunci:** *CCTV, Computer Vision, Sistem Parkir, CNN Model, Convolutional Neural Network.*

## Abstract

*The development of Indonesia's urban traffic volume can up to 15% per year, with the growing number of vehicles in Indonesia giving its own problem to the needs of parking spaces. The conventional parking system currently focuses on the driver to find it own parking slot which can increase of disposal of gas emissions dan waste of time. CCTV placed in parking lot can be used as tool to determine the number of empty parking spaces lot by implementing computer vision on CCTV which is capable sending data to the for server to be reprocessed and return the available of parking slots. Result from testing with using 3 sample video of parking slot from different days giving a total accuracy with 52,33%.*

**Keywords:** *CCTV, Computer Vision, Parking System Lot, CNN Model, Convolutional Neural Network.*

## 1. Pendahuluan

Dengan berkembang pesatnya pertumbuhan populasi dan peningkatan kebutuhan hidup membuat peningkatan kendaraan pun bertambah dengan pesat [1]. Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan Indonesia mencapai 15% pertahun [2] dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus bertambah di Indonesia memberikan permasalahan tersendiri terhadap kebutuhan ruang parkir. Beberapa sistem parkir konvensional saat ini menitik beratkan pengemudi untuk mencari lahan parkir sendiri yang dapat menambah pembuangan emisi gas dan waktu pengemudi, sehingga tujuan dari tugas akhir ini dapat menjadi salah satu tambahan alternatif untuk membantu pada sistem parkir konvensional saat ini.

## Latar Belakang

*Surveillance* atau kegiatan yang dilakukan terus menerus untuk mengumpulkan data pada suatu kejadian merupakan bagian dari *monitoring*. Pada tugas akhir ini *surveillance* bertugas mengetahui jumlah parkir yang tersedia ataupun tidak, adapun metode yang digunakan adalah dengan menggunakan pengolahan citra digital yang memanfaatkan CCTV yang terdapat pada parkir seperti yang ada pada [6][7].

*Computer Vision* adalah kemampuan mesin atau komputer dalam melihat hingga mengekstrak informasi dari sebuah gambar atau video. OpenCV adalah sebuah *library* yang digunakan untuk mengolah citra secara *real time*, yang dibuat oleh intel. OpenCV dapat berjalan pada berbagai bahasa pemrograman seperti C++, C, Java, Python dan juga didukung berbagai platform seperti Windows, Android, Linux, Mac, dll [5].

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk melakukan pendeteksian objek, CNN adalah salah satu jenis *neural network* yang biasa digunakan pada data gambar. CNN bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah gambar, tetapi pada kasus ini CNN digunakan untuk mendeteksi *frame video* yang ditangkap oleh *webcam*.

*Webcam* yang berada pada lokasi parkir bertugas sebagai penangkap citra pada parkir, kemudian citra yang telah ditangkap oleh *webcam* akan diteruskan oleh *raspberry pi 3* ke dalam *server*. *Server* yang menerima citra dari *raspberry pi 3* kemudian di cocokkan dengan *pre-trained model* CNN yang telah dibuat menggunakan

MobileNets untuk menentukan objek yang terdapat pada parkir. Setelah objek ditentukan maka pembuatan *bounding box* untuk parkir dapat dilakukan, setelah *bounding box* ditentukan maka parkir dapat ditentukan kosong atau tidak dengan mendeteksi objek mobil yang terdapat didalam *bounding box* ada atau tidak.

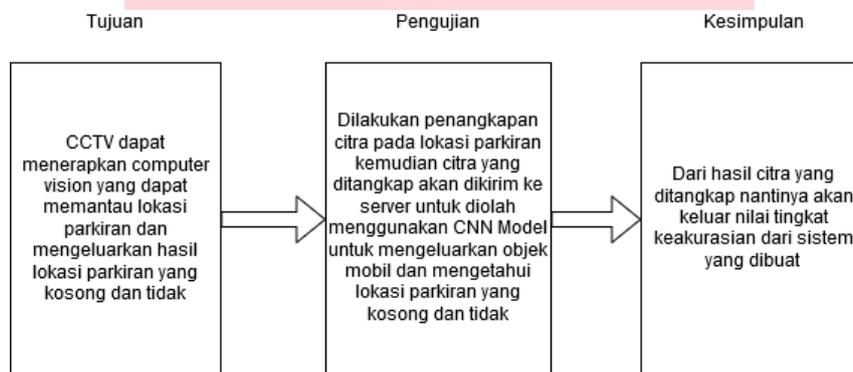
### Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang, diidentifikasi masalah bagaimana cara membuat sistem yang dapat memonitoring lahan parkir menggunakan CCTV yang tersambung pada *raspberry pi* kemudian dikirimkan pada *server* yang menggunakan arsitektur MobileNets sebagai *model* pendeteksian objek menggunakan *convolutional neural network*.

Dalam identifikasi masalah yang telah dijelaskan, terdapat batasan masalah dalam penelitian ini, diantaranya lokasi yang digunakan untuk pengambilan data dan pengujian alat hanya meliputi lokasi parkir pada Telkom University, sistem hanya akan mengeluarkan lokasi parkir yang terisi dan tidak terisi oleh kendaraan dan akan digunakan sebagai saran untuk pengemudi.

### Tujuan

Berdasarkan identifikasi masalah pada penelitian ini, tujuan dibuatnya diharapkan CCTV dapat menerapkan *computer vision* yang dapat memonitoring lahan parkir sehingga pengguna tidak lagi kesusahan untuk mencari parkir kosong sehingga dapat memudahkan pengguna kendaraan dapat menemukan lokasi parkir tanpa banyak membuang emisi gas dan waktu.



Gambar 1.1 Keterkaitan antara tujuan, pengujian, dan kesimpulan.

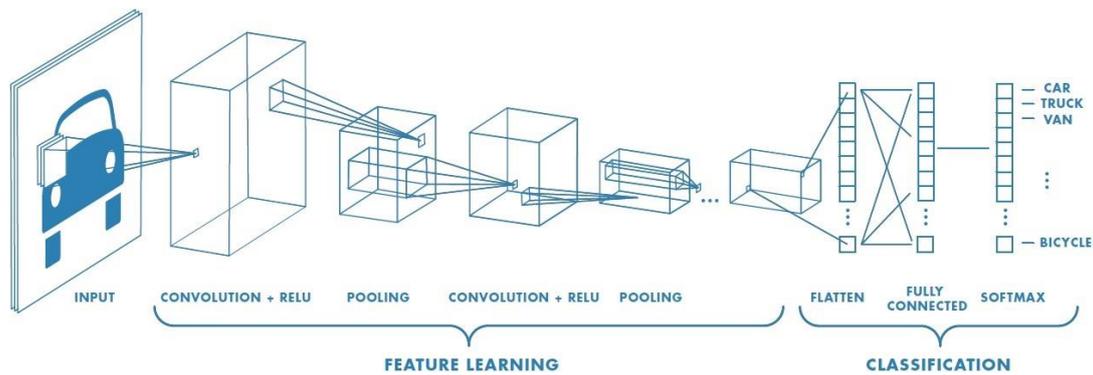
### Organisasi Tulisan

Pada penulisan bab 1 terdapat penjelasan tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuang masalah, dan cara mengumpulkan informasi agar menemukan penyelesaian masalah. Penulisan bab dua yaitu berisi studi terkait yang berisi teori-teori dan informasi yang mendasari untuk dijadikan sumber referensi dalam penelitian ini. Pada penulisan bab tiga terdapat penjelasan sistem yang akan dibangun, kebutuhan sistem, melakukan perancangan sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini. Penulisan pada bab empat menjelaskan hasil pengujian dari sistem yang akan dibangun dan melakukan analisis terhadap hasil yang dikeluarkan. Pada bab lima menjelaskan hasil kesimpulan selama penelitian dilakukan dan memberikan saran berdasarkan hasil yang didapatkan dari bab empat agar bisa dilanjutkan untuk penelitian selanjutnya.

### 2. Studi Terkait

Penelitian terhadap penggunaan CCTV sebenarnya telah banyak dilakukan dengan berbagai macam metode dengan berbagai contoh kasus, namun penelitian ini menggunakan jurnal "*Vehicle Detection and Counting using Haar Feature- Based Classifier*" oleh Shaif Choudhury, Soumyo Priyo Chattopadhyay, dan Tapan Kumar Hazra pada tahun 2017 sebagai acuan pertama. Penulis menggunakan paper ini sebagai acuan karena paper ini membahas tentang penggunaan kamera pengawas (CCTV) sebagai alat untuk mendeteksi kendaraan menggunakan *Haar-like feature* [8].

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk melakukan pendeteksian objek, CNN adalah salah satu jenis *neural network* yang biasa digunakan pada data gambar. CNN bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah gambar. Proses CNN hampir sama halnya dengan *machine learning* biasanya yang terdiri dari dua bagian, yaitu: *training phase* dan *prediction phase*, *training phase* adalah proses pembelajaran dan perlabel objek yang akan dikenali oleh CNN dan *prediction phase* adalah fase untuk memprediksi hasil yang telah dilatih menggunakan CNN.



Gambar 2.1 Proses learning dan classification pada CNN.

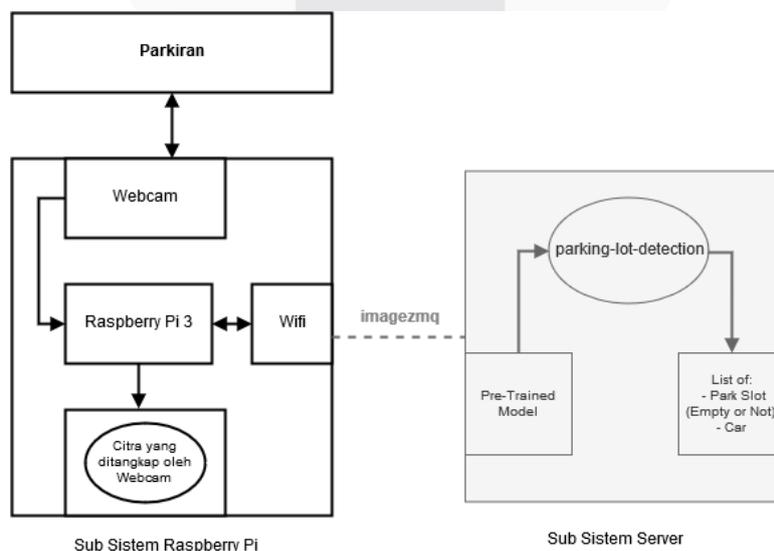
Penggunaan kamera *webcam* sebagai alat utama pengambilan video berdasarkan paper yang berjudul “*Concept of Cost-Efficient Smart CCTV Network for Cities in Developing Country*” oleh Muhammad Alif Akbar dan Tauhid Nur Azhar yang membahas tentang penggunaan kamera pengawas (CCTV) tanpa harus menggunakan kamera CCTV dengan harga yang mahal, bahkan dapat menggunakan *webcam* yang terhubung pada *mini pc (raspberry pi 3)* sebagai alat pemrosesan data [3].

Kemudian penulis mengambil konsep dari paper “*Smart Car Parking System Prototype Utilizing CCTV Nodes*” oleh Muftah Fraifer dan Mikael Fernström sebagai acuan untuk menjadikan pengawas kamera (CCTV) menjadi bagian dari IoT [7] yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna parkir untuk mengetahui keadaan parkir dengan melihat *live-stream* dari kamera yang berada pada lokasi parkir.

Pada paper dengan judul “*Intelligent Parking Space Detection System Based on Image Processing*” menjelaskan tentang cara pengidentifikasian kendaraan menggunakan 5 proses: 1. *System initialization* 2. *Image acquisition* 3. *Image segmentation* 4. *Image enhancement* 5. *Image detection* [6]. Pada paper tersebut menjelaskan pada cara pertama yaitu *system initialization* adalah menggambar titik coklat sebagai penanda pada lahan parkir untuk menandakan sebuah lokasi parkir. Tapi cara ini akan sulit dilakukan bila lahan parkir menjadi lebih banyak, tetapi dengan menggunakan citra yang telah diambil oleh *webcam* kita dapat membuat *bounding box* parkir menggunakan *mouse* melalui aplikasi yang akan dibangun. Dengan menerapkan *computer vision* pada kamera CCTV penulis berharap dapat membantu efisiensi pengguna kendaraan dalam menggunakan lahan parkir.

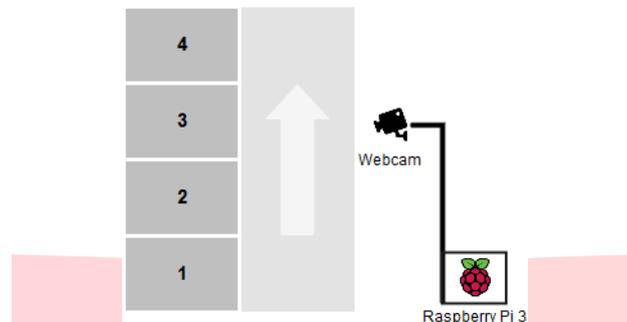
**3. Sistem yang Dibangun**

Penelitian ini dibangun menggunakan dua sistem yang terpisah lokasinya, yaitu sub sistem *raspberry pi 3* yang bertugas untuk mengambil citra melalui *webcam* kemudian data akan diteruskan ke *server*, sub sistem *server* bertugas untuk mengolah data yang telah dikirimkan oleh *raspberry pi 3* menggunakan *pre-trained model* dan mengeluarkan daftar parkir.



Gambar 3. 1 Gambaran umum sistem.

Pada gambar 3.1 dijelaskan sistem yang berada pada lokasi parkir dapat terhubung dengan *server* menggunakan jaringan wifi. Sistem yang berada pada lokasi parkir memiliki komponen utama yaitu *webcam* sebagai CCTV yang berguna untuk mengambil citra yang ada pada lokasi parkir, kemudian terdapat *raspberry pi 3* sebagai alat untuk memproses data yang ditangkap oleh *webcam* kemudian data akan dikirimkan ke *server* menggunakan *imagezmq* sebagai modul koneksi. Setelah *server* menerima data kemudian *server* akan mengolah data tersebut dan membandingkannya dengan *pre-trained model* dari MobileNets, setelah data mobil dapat teridentifikasi maka pembuatan *bounding box* parkir dapat dilakukan untuk mendeteksi lokasi parkir.



**Gambar 3.2 Skema pada lokasi parkir.**

Pada gambar 3.2 dapat dilihat *raspberry pi 3* yang berada pada lokasi parkir mendapatkan *live feedback* video dari *webcam* yang berada pada ketinggian 2.5-meter dengan sisi kemiringan kamera sekitar 20-30 derajat.

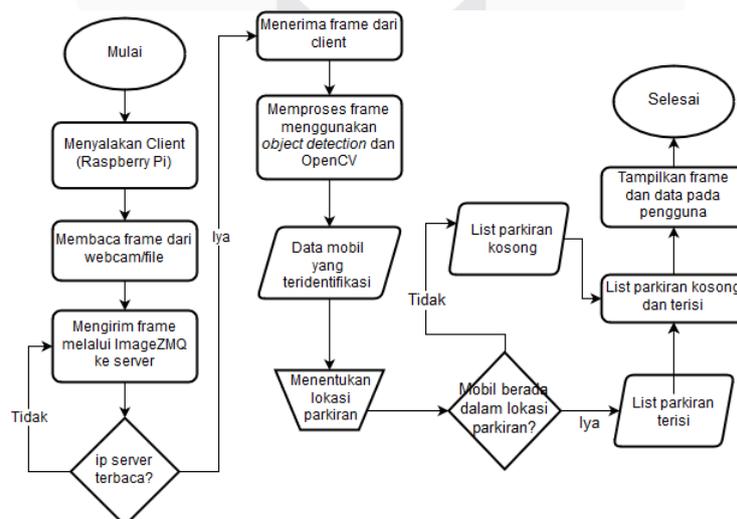
### 3.1. Kebutuhan Sistem

Berdasarkan penelitian ini sistem memiliki fungsionalitas yang terdiri atas:

1. Alat pengambil citra dalam kasus ini adalah *webcam* Logitech C270.
2. *Raspberry Pi 3* berguna untuk mengolah citra yang ditangkap oleh *webcam*.
3. *Raspberry Pi 3* yang berada pada lokasi parkir menggunakan *imagezmq*, *opencv*, *imutils* untuk mengirimkan gambar yang diambil *webcam*.
4. Modul wifi pada *raspberry pi 3* digunakan untuk mengirim data ke *server*.
5. *Server* menggunakan laptop Lenovo IdeaPad 330.
6. Sub sistem parkir menggunakan powerbank sebagai sumber daya listrik.
7. Sistem akan saling terhubung menggunakan jaringan wifi.
8. Pada sub sistem *server* akan menampilkan daftar parkir yang terisi dan tidak.

### 3.2. Alur Diagram Sistem

Pada Gambar 3.3 dibawah terdapat alur diagram sistem yang menunjukkan cara kerja sistem dan proses yang dilakukan oleh sistem yang akan dibangun. Berikut alur diagram sistem yang terlihat pada Gambar 3.3:

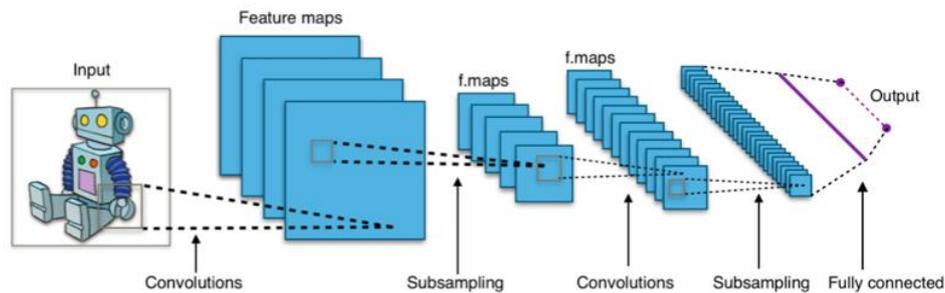


**Gambar 3.2.1 Alur diagram sistem.**

### 3.3. Deteksi Objek

Dalam penelitian kali ini penulis menggunakan *convolutional neural network model* untuk melakukan pendeteksian objek dengan menggunakan arsitektur MobileNets. Pendeteksian menggunakan CNN akan

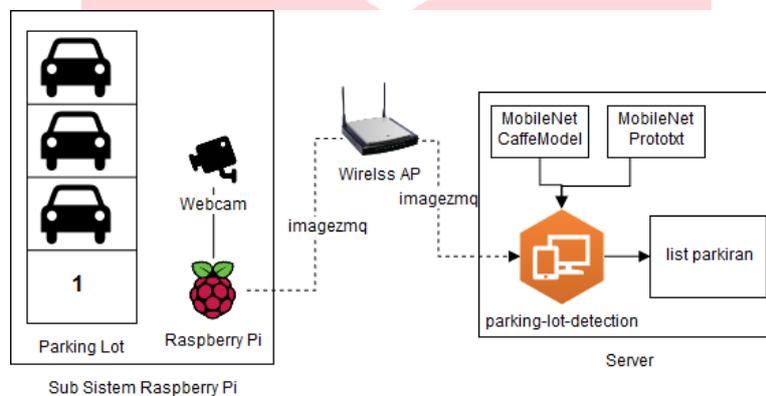
memasukkan gambar ke dalam *layer* konvolusi untuk mengambil nilai fitur yang berada pada gambar yang akan diidentifikasi sehingga gambar yang masuk ke dalam CNN dapat mengeluarkan jumlah objek yang berada pada gambar yang telah dimasukkan.



Gambar 3.3.1 Proses pendeteksian objek pada CNN

### 3.4. Desain Sistem

Pada gambar 3.4.1 menjelaskan desain sistem secara keseluruhan.



Gambar 3.4.1 Alur desain sistem

Sistem dimulai dari sub sistem *raspberry pi*, sub sistem *raspberry pi* mengambil citra menggunakan *webcam* yang terhubung dengan *raspberry pi* menggunakan kabel usb sebagai penyambung konektivitas dan file akan disimpan pada penyimpanan *raspberry pi*. *Client.py* yang berada pada sub sistem *raspberry pi* akan mengambil *frame* dari file kemudian *frame* yang ditangkap akan dirubah menjadi *array* menggunakan modul *imagezmq* dengan class *ImageSender*. Setelah data *frame* dirubah menjadi *array* kemudian *client.py* akan mengirim *array* tersebut melalui konektivitas *wifi* ke *ip address server*.

```
sender = imagezmq.ImageSender(connect_to="tcp://{ }:5555".format(
    args["server_ip"]))
rpiName = socket.gethostname()
fvs = FileVideoStream(args["video"]).start()
while True:
    frame = fvs.read()
    frame = imutils.resize(frame, width=480)
    sender.send_image(rpiName, frame)
    print("[INFO]",rpiName,"is sending data")
```

Pada sub sistem *server* akan menjalankan *main.py* yang bertugas untuk menampilkan *live feedback* parkir dan daftar parkir yang kosong dan tidak. Pada *main.py* data *array* yang diterima dari sub sistem *raspberry pi* akan diolah menjadi 2 bagian, pertama menjadi *frame* kembali untuk ditampilkan pada *live feedback* parkir menggunakan class dari OpenCV yaitu *imshow* dan fungsi *recv\_image* dari modul *imagezmq*.

```
(rpiName, frame) = imageHub.recv_image()
imageHub.send_reply(b'OK')
cv2.imshow("Monitor Parkiran", frame)
```

Kemudian, data yang diterima akan diolah menggunakan library OpenCV untuk diubah menjadi bentuk *blob* (*Binary Large Object*) menggunakan fungsi *blobFromImage* yang berisi nilai rata-rata dari tiap *channel frame* (*red, green, blue*) yang diterima kemudian untuk melakukan pendeteksian objek maka *pre-trained model* akan di

*load* menggunakan fungsi `readNetFromCaffe`, setelah *model* di *load* selanjutnya melakukan pendeteksian objek dengan mengekstrak nilai *blob* kemudian dimasukkan ke dalam *model* untuk mengeluarkan nilai *confidence* dari objek yang dideteksi dari *blob* yang telah dimasukkan.

```
blob = cv2.dnn.blobFromImage(frame, 0.007843, (175, 175), 127.5)
net.setInput(blob)
detections = net.forward()
for i in np.arange(0, detections.shape[2]):
    confidence = detections[0, 0, i, 2]
    print(detections)

if confidence > args["confidence"]:
    idx = int(detections[0, 0, i, 1])
    if CLASSES[idx] in CONSIDER:
        objCount[CLASSES[idx]] += 1
        box = detections[0, 0, i, 3:7] * np.array([w, h, w, h])
        (x, y, xend, yend) = box.astype("int")
```

Objek mobil yang telah diidentifikasi akan dibuat menjadi *class object Car* kemudian dimasukkan kedalam *array* yang berisi daftar daftar mobil yang berhasil diidentifikasi, kemudian daftar mobil akan dimasukkan kedalam fungsi `scanSpot` dan `assignSpot` dari *class parkSlot*, `scanSpot` bertugas untuk mengecek kondisi parkir kosong atau tidak dan mengeluarkan nilai kosong jika tidak terdapat objek mobil, `assignSpot` bertugas untuk memberikan status parkir terisi jika terdapat objek mobil didalam *bounding box* parkir.

```
nc = objCount[CLASSES[idx]]
carList[nc] = Car(nc, x, y, xend, yend, confidence)
if len(carList) > nc:
    carList.popitem()

for i in range(len(parkList)):
    parkList[i].scanSpot(carList)
    parkList[i].assignSpot(carList)
    parkList[i].dateKosongTidak()
```

### 3.5. Spesifikasi Kebutuhan Sistem

Pada penelitian ini penulis menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi dan fungsionalitas sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras**

Perangkat Keras	Fungsionalitas
Raspberry Pi 3 B+: <ul style="list-style-type: none"> <li>- OS: Raspbian</li> <li>- CPU: ARM 11 running at 1Ghz</li> <li>- RAM: 1GB</li> <li>- Wireless: 2.4Ghz 802.11n wireless LAN</li> </ul>	Berfungsi untuk mengirim data yang ditangkap oleh webcam.
Logitech Webcam HD C270	Sebagai alat pengambil citra yang berada pada lokasi parkir.
Laptop Lenovo Ideapad 330: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memory: 8GB</li> <li>- Processor: AMD Ryzen™ 7 2700U Mobile Processor with Radeon™ RX Vega 10 Graphics</li> </ul>	Berfungsi sebagai server untuk mengolah data yang dikirimkan dari raspberry pi.

- OS: Windows 10	
- Graphics: AMD Radeon™ 540	
- Storage: 1 TB SATA HDD	

Selain perangkat keras peneliti juga menggunakan perangkat lunak untuk menunjang penelitian ini, berikut adalah daftar perangkat lunak yang digunakan:

- Aplikasi pendeteksian menggunakan bahasa pemrograman Python.
- Arsitektur *convolutional neural network* menggunakan MobileNets.

### 3.6. Skenario Pengujian

Pada penelitian ini untuk mengetahui fungsionalitas dari sistem yang akan dibangun akan dilakukan langkah langkah sebagai berikut, pertama *raspberry pi* berada dalam jangkauan jaringan *wifi* dan terhubung dengan server dan dapat mengirimkan *frame* dari webcam, kedua kemudian *server* menjalankan aplikasi pendeteksian dan menerima data dari *raspberry pi*, ketiga memasukkan koordinat tempat parkir yang dapat diidentifikasi melalui *live feedback* dari *raspberry pi*, keempat aplikasi pendeteksian mengeluarkan daftar-daftar parkir yang terisi dan tidak berdasarkan data yang diterima, kelima mengambil sampel data video yang berbeda untuk menguji keakuratan pendeteksian mobil dan parkir.

## 4. Hasil Pengujian dan Analisa

Dalam penelitian ini peneliti mengukur akurasi pendeteksian mobil yang berada pada lokasi 4 slot parkir yang telah dibuat, peneliti melakukan analisa manual dengan memantau video parkir dan membandingkannya dengan hasil yang di deteksi oleh sistem, setiap mobil yang benar berada pada slot lokasi parkir yang telah dibuat maka akan masuk pada *True Detection in Second* (TDIS) jika pendeteksian gagal atau terdapat objek yang tidak dikenal pada slot lokasi parkir atau mobil tidak terdeteksi pada slot parkir maka akan masuk pada *False Detection in Second*, berikut hasil penelitian:

**Tabel 4.1 Data Pengujian Sampel**

Date	File Part	Hours	Duration in Second	False Detection in Second (FDIS)	True Detection in Second (TDIS)	Accuracy	Average Accuracy per Day
01-Jul-19	1	09.00-09.02	120	61	59	49,17%	91%
	2	09.02-09.04	120	24	96	80,00%	
	3	09.04-09.06	120	1	119	99,17%	
	4	09.06-09.08	120	0	120	100,00%	
	5	09.08-09.10	120	3	117	97,50%	
	6	09.10-09.12	120	1	119	99,17%	
	7	09.12-09.14	120	9	111	92,50%	
	8	09.14-09.16	120	2	118	98,33%	
	9	09.16-09.18	120	7	113	94,17%	
	10	09.18-09.20	120	4	116	96,67%	
02-Jul-19	1	07:00-07:02	120	66	54	45,00%	48,50%
	2	07:02-07:04	120	88	32	26,67%	
	3	07:04-07:06	120	14	106	88,33%	
	4	07:06-07:08	120	96	24	20,00%	
	5	07:08-07:10	120	111	9	7,50%	
	6	07:10-07:12	120	64	56	46,67%	
	7	07:12-07:14	120	24	96	80,00%	
	8	07:14-07:16	120	109	11	9,17%	
	9	07:16-07:18	120	27	93	77,50%	
	10	07:18-07:20	120	19	101	84,17%	
29-Jul-19	1	11:30-11:32	120	89	31	25,83%	17,83%
	2	11:32-11:34	120	115	5	4,17%	
	3	11:34-11:36	120	92	28	23,33%	
	4	11:36-11:38	120	92	28	23,33%	
	5	11:38-11:40	120	81	39	32,50%	
	6	11:40-11:42	120	116	4	3,33%	

	7	11:42-11:44	120	102	18	15,00%	
	8	11:44-11:46	120	95	25	20,83%	
	9	11:46-11:48	120	95	25	20,83%	
	10	11:48-11:50	120	109	11	9,17%	
	<b>Average Accuracy</b>						<b>52,33%</b>

Peneliti menggunakan video yang telah direkam sebelumnya, video berdurasi 2 menit perbagian dengan resolusi 640x480 dengan 15 fps pertiap videonya. Berdasarkan tabel penelitian diatas pada tanggal 01 Juli 2019 memiliki akurasi paling tinggi dikarenakan aktivitas yang berada pada 01 Juli memiliki sedikit jumlah aktivitas yang dapat mengganggu pendeteksian dan posisi kamera berada pada posisi optimal, akurasi sedang ditemui pada 02 Juli dan akurasi yang paling buruk berada pada 29 Juli karena banyaknya aktivitas yang mengganggu pendeteksian dan posisi kamera yang kurang optimal seperti kurangnya pencahayaan pada lokasi parkir. Dalam penelitian ini penghitungan akurasi menggunakan:

$$acc = \frac{tdis}{td} \times 100\%$$

Ket:

**tdis**: true detection in second

**td**: total duration

**acc**: accuracy

Tabel aktivitas yang terjadi selama pendeteksian parkir dapat dilihat pada lampiran.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan sistem, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan maka peneliti menyimpulkan pendeteksian objek pada lokasi parkir dapat membantu *monitoring* pada lokasi parkir untuk mengetahui jumlah parkir yang kosong dan tidak. Namun penggunaan *pre-trained model* MobileNets sebagai pendeteksian objek memerlukan daya perangkat yang kuat pada *server* untuk mengolah data yang telah dikirim oleh *raspberry pi*, akurasi pendeteksian mobil dapat berkurang jika *server* yang digunakan tidak kuat untuk mengolah data yang diterima, untuk mendapatkan hasil pendeteksian yang optimal penggunaan *server* harus menggunakan perangkat yang lebih kuat, selain itu penggunaan *webcam* sebagai alat pengambil citra pada lokasi parkir dapat dikembangkan menggunakan kamera dengan cakupan tangkapan yang lebih luas sehingga lokasi parkir yang dapat diidentifikasi pada lokasi parkir menjadi lebih banyak, karena pada sistem saat ini hanya dapat mencakup sampai dengan 4 slot parkir. Saran untuk sistem kedepannya sistem dibuat secara *live streaming* mengambil gambar dari parkir dan mengolah data yang telah ditangkap oleh *webcam* untuk mengeluarkan status slot parkir yang tersedia.

## Daftar Pustaka

- [1] H. Jiang, M. Han, J. Xie, and C. Li, "Research on Automatic Parking Systems Based on," vol. 3536, no. c, 2017.
- [2] N. Kusminingrum and G. Gunawan, "Polusi udara akibat aktivitas kendaraan bermotor di jalan perkotaan pulau jawa dan bali," 2008.
- [3] M. A. Akbar, "Concept of Cost-Efficient Smart CCTV Network for Cities in Developing Country," 2018 *Int. Conf. ICT Smart Soc.*, pp. 1–4, 2018.
- [4] A. G. Howard *et al.*, "MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications," 2017.
- [5] "OpenCV" [Online]. Available: <https://opencv.org/about.html>.
- [6] R. Yusnita, F. Norbaya, and N. Basharuddin, "Intelligent Parking Space Detection System Based on Image Processing," vol. 3, no. 3, pp. 232–235, 2012.
- [7] M. Fraifer and M. Fernström, "Smart car parking system prototype utilizing CCTV nodes: A proof of concept prototype of a novel approach towards IoT-concept based smart parking," 2016 *IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Reston, VA, 2016, pp. 649-654.
- [8] S. Choudhury, S. P. Chattopadhyay and T. K. Hazra, "Vehicle detection and counting using haar feature-based classifier," 2017 *8th Annual Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference (IEMECON)*, Bangkok, 2017, pp. 106-109.