

MESIN PEREKAM KECEPATAN KENDARAAN DI JALAN TOL BERBASIS RASPBERRY PI 3

Oleh:

**Catur Rakhmad Handoko¹, Rizky Kurniawan¹, Nora Amelia Novitrie²,
Afif Zuhri Arfianto¹, Ii Munadhif¹,
Mohammad Basuki Rahmat¹, Hendro Agus Widodo¹**

¹Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: caturhan007@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol merupakan proyek prioritas infrastruktur dan proyek strategis nasional dalam kurun waktu 2016-2019. Dengan adanya pembangunan jalan tol diharapkan membawa dampak yang positif terhadap perkonomian Indonesia. Sedangkan dampak negatifnya adalah semakin banyak kecelakaan yang diakibatkan oleh pengguna yang melanggar aturan. Oleh karena itu diperlukan sebuah perangkat yang berguna untuk mendeteksi kecepatan kendaraan pada jalan tol yang tidak sesuai dengan aturan. Penelitian ini membuat *prototype* mesin perekam kecepatan kendaraan pada jalan tol yang diharapkan nantinya dapat menekan tingkat kecelakaan dan juga memudahkan pihak berwajib untuk mendata dan menindak para pelanggar kecepatan pada jalan tol. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengukuran kecepatan objek, sensor yang digunakan, teknologi terkini yang mendukung perangkat yang akan dibuat. Maka pada *prototype* yang akan dibuat menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan menggunakan *web camera* dan sensor kecepatan yang dapat bekerja dengan mikrokontroller arduino. Sistem kerja mesin dimulai dengan sensor kecepatan mengirimkan data dengan akurat dari mikrokontroller (arduino) ke Raspberry Pi 3 dengan komunikasi serial. Kemudian dengan pemrograman Phyton 3, Raspberry Pi 3 memerintahkan kamera untuk aktif jika data kecepatan yang diterima melebihi dari nilai batas kecepatan yang telah ditentukan. Dalam pengujian sensor untuk membaca kecepatan diketahui bahwa pada kecepatan 20 Km/jam errornya 1,95 % sedangkan pada kecepatan 40 Km/jam, didapatkan error sebesar 2.8% dan pada kecepatan 60 Km/jam nilai rata-rata errornya sebesar 4,08 % . Berdasarkan nilai rata-rata error sensor kecepatan dari tiga macam skenario kecepatan tersebut nilai error masih dibawah 5%. Pada pengujian ini, agar didapatkan gambar objek dengan jelas, objek bergerak dengan kecepatan konstan 4,56 km/jam.

Kata Kunci: *Internet of Things, Raspberry Pi 3, Phyton*

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi berkembang sangat pesat. Dalam perkembangan teknologi tersebut telah memberikan banyak manfaat untuk kemajuan diberbagai aspek, salah satunya dalam bidang transportasi. Pada kurun waktu 2016-2019, pembangunan jalan tol merupakan proyek prioritas infrastruktur dan proyek strategis nasional (KPPIP, 2017). Dengan adanya pembangunan jalan tol diharapkan mem-

bawa dampak yang positif terhadap perekonomian Indonesia. Sedangkan dampak negatifnya adalah semakin banyak kecelakaan yang diakibatkan oleh pengguna yang melanggar aturan (Zufrizal, 2017). Dalam mengemudikan kendaraan tentunya terdapat berbagai peraturan yang berlaku. Mulai dari aturan perlengkapan berkendara, sopan santun di jalan hingga batas kecepatan yang ditentukan. Namun tidak semua orang yang mengemudikan kendaraan selalu tertib dalam aturan kecepatan berlalu lintas. Salah satunya adalah memacu kecepatan kendaraan tidak sesuai dengan peraturan yang diberlakukan. Hal ini adalah salah satu penyebab meningkatnya angka kecelakaan (Zufrizal, 2017). S

Sebagai contoh, kendaraan di jalan tol sering kali melanggar peraturan kecepatan yang berlaku yakni diantara 60 Km/jam hingga 100 Km/jam. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang berguna untuk mendeteksi kecepatan kendaraan pada jalan tol yang tidak sesuai dengan aturan. Penelitian ini membuat *prototype* perekam kecepatan kendaraan pada jalan tol yang diharapkan nantinya dapat menekan tingkat kecelakaan dan juga memudahkan pihak berwajib untuk mendata dan menindak para pelanggar kecepatan pada jalan tol.

Penelitian alat ukur kecepatan kendaraan telah dilakukan dengan menggunakan ATmega 16. Penelitian tersebut dirancang sebuah alat yang berfungsi sebagai pengukur laju setiap kendaraan yang melintas di jalan bebas hambatan. Alat ini berbasis mikrokontroler AVR ATmega 16, yang terdiri dari dua sensor cahaya (*Light Dipendent Resistor*) dan dua pemancar cahaya/ laser yang berfungsi untuk mendeteksi adanya kendaraan yang melintas. Dari simulasi alat yang dibuat didapatkan hasil yakni kecepatan dapat terdeteksi dengan baik yang ditampilkan melalui LCD (Sinaulan, 2015).

Selain itu, penggunaan sensor ultrasonic SRF05 juga digunakan untuk mendeteksi ke-

cepatan kendaraan bermotor. Pada penelitian tersebut dirancang sebuah alat untuk mendeteksi kecepatan kendaraan yang menggunakan sensor ultrasonic SRF05 sebagai sensornya. Dari simulasi alat yang telah dibuat didapatkan hasil bahwa menggunakan *ultrasonic* memiliki kekurangan yakni kurangnya akurasi yang disebabkan adanya delay dalam pembacaan sensor *ultrasonic* tersebut (Hani, 2010)

Selain itu penelitian pengukuran kecepatan objek dengan menggunakan web camera telah dilakukan dengan memanfaatkan teknik *image processing* untuk mendeteksi kecepatan kendaraan di lingkungan kompleks perumahan. Dengan kamera webcam ini, sistem dapat mendeteksi kecepatan kendaraan berdasarkan suatu urutan *frame* video dengan menggunakan kamera tunggal. Perhitungan kecepatan ini menggunakan metode *frame difference*. Metode ini bekerja dengan membandingkan antar *frame* gambar untuk mendapatkan informasi yang menentukan ada atau tidaknya suatu gerakan. (Tsani, T, & T, 2017).

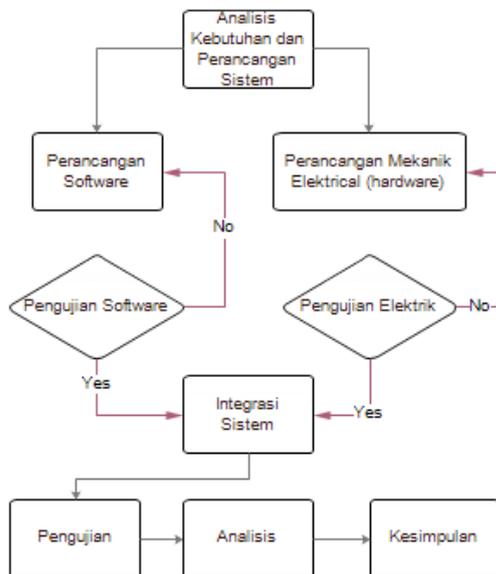
Penggunaan teknik *image processing* untuk mendeteksi kecepatan objek juga diterapkan dalam aplikasi pengolahan citra digital untuk mendapatkan informasi kecepatan suatu obyek bergerak dari citra-citra yang ditangkap oleh web *camera*. Sistem dapat dengan teliti mengevaluasi posisi dan orientasi dari objek bergerak pada video tersebut. Hasil dari implementasi sistem ini dilakukan suatu pengukuran terhadap perilaku sistem dalam kemampuannya mendeteksi gerakan obyek dengan *background subtraction* kemudian mencari perpindahan pixel dan menghitung kecepatan objek bergerak dengan tingkat kesalahan dalam proses sekecil mungkin (Ningsih, 2011).

Pada era *Internet of Things* saat ini, perangkat-perangkat yang akan didesain dan dibuat harus dapat berinteraksi dengan perangkat lain. Karena itu penggunaan perang-

kat berbasis *Internet of Things* sangat perlu mengacu pada perkembangan perangkat saat ini. Penggunaan perangkat berbasis *Internet of Things* juga diterapkan pada perangkat *smart city* hingga perangkat untuk nelayan tradisional yang digunakan ketika berlayar (Arfianto & Affandi, 2010),(Handoko, Arfianto, & Hasin, 2017). Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengukuran kecepatan objek, sensor yang digunakan, teknologi terkini yang mendukung perangkat yang akan dibuat. Maka pada *prototype* yang akan dibuat menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan menggunakan *web camera* dan sensor kecepatan yang dapat berkerja dengan mikrokontroller arduino.

METODOLOGI

Pada bagian ini akan dibahas tentang analisis kebutuhan dan perancangan sistem, perancangan dan pembuatan *prototype*, perancangan dan pembuatan software, pengujian *prototype* dan analisis serta kesimpulan.

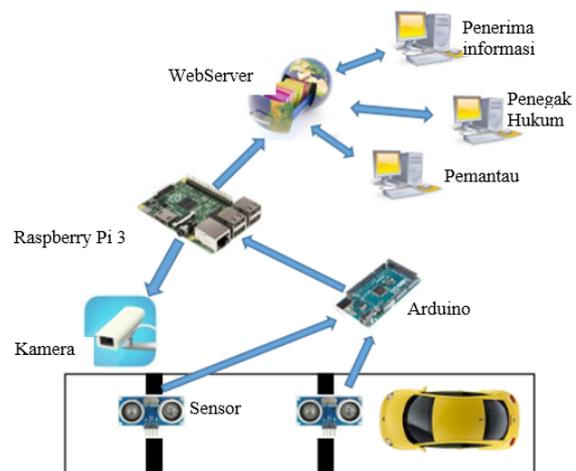


Gambar 1. Metodologi Penelitian.

1. Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem

Pada tahap analisa kebutuhan dan perancangan sistem, yang dilakukan yaitu mem-

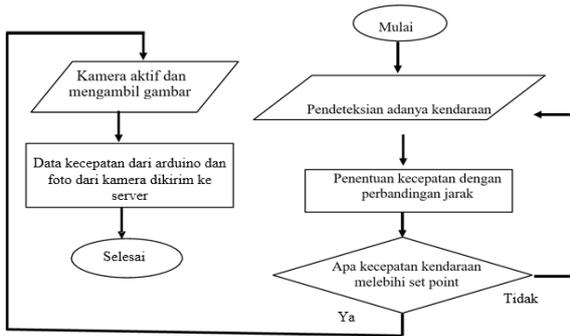
buat daftar dan mencari informasi tentang apa saja peralatan, sensor, dan mekanik yang akan di gunakan serta merancang sistem yang akan di implementasikan pada dalam penelitian ini. Pada tahap ini dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap perancangan dan pembuatan *hardware*, kemudian tahap perancangan dan pembuatan *software*. Perancangan sistem kerja *prototype* ini seperti pada Gambar 2. Pada saat kendaraan melewati sensor ultrasonik 1 maka timer pada program arduino akan *start*, lalu ketika kendaraan melewati sensor ultrasonik 2 maka timer akan stop dan program pada arduino mulai menghitung kecepatan kendaraan menggunakan rumus dasar kecepatan (kecepatan = jarak / waktu) lalu dikonversi ke satuan kecepatan km/jam dan apabila melebihi batas kecepatan maka akan dikirimkan perintah untuk mengambil gambar (*capture*) kendaraan tersebut. Kemudian data dan foto akan dimasukkan dalam server yang kemudian server tersebut diakses oleh PC pengguna, ditampilkan dalam bentuk website.



Gambar 2. Perancangan sistem kerja *prototype*.

Pada kondisi awal, semua sensor dalam posisi logika *low*. Kemudian ketika kendaraan melewati ultrasonik pertama maka logika sensor menjadi *high* yang berarti timer akan *start*, lalu ketika melewati ultrasonik ke 2 maka logika sensor menjadi *high* yang berarti timer stop dan dihitung kecepatan kendaraan

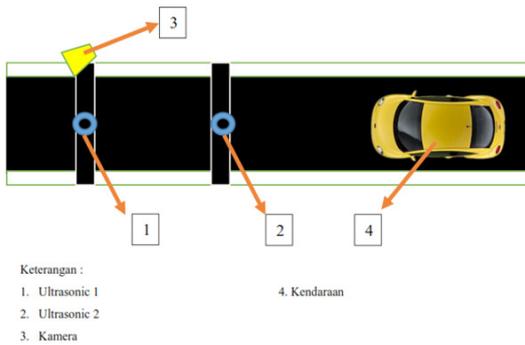
tersebut. Apabila kecepatan melewati batas yang ditentukan maka kamera akan mengambil gambar kendaraan tersebut. Setelah kamera mengambil gambar beserta data kecepatan kendaraan, maka data akan dikirimkan menuju data base untuk dapat di akses melalui website. Kemudian program kembali ke posisi awal dan sistem selesai.



Gambar 3. Flowchart kerja *prototype*

2. Perancangan Hardware

Setelah mengetahui alat dan bahan serta perancangan sistem yang dibutuhkan dalam penelitian ini, tahap selanjutnya adalah merancang dan membuat hardware. Perancangan dan pembuatan hardware ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan *Hardware Prototype*

3. Kalibrasi Sensor

Pada bagian ini diuraikan tentang proses pengujian sensor. Sensor yang digunakan dalam *prototype* ini yaitu sensor ultrasonik. Pengujian dilakukan beberapa kali pada tiap titik untuk menentukan nilai akurasi dan kesesuaiannya untuk di gunakan dalam *prototype*

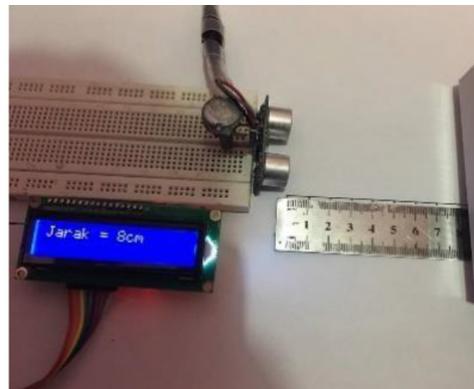
pada penelitian ini.

Dalam pengujian sensor ultrasonik ini dilakukan dengan menggunakan 10 titik pengujian, yang masing – masing titik diuji sebanyak 10 kali. Data pengujian seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data kalibrasi sensor ultrasonik

Jarak Aktual (cm)	Jarak rata-rata yang terbaca perangkat (cm)	Error (%)
15	15	0
14	14	0
13	13	0
12	12	0
10	10	0
9	9.2	1
8	8	0
7	7	0
6	6	0
5	5	0
Total Error		1

Dari Tabel 1 diketahui bahwa dari pengujian 10 titik yang masing – masing titik diuji sebanyak 10 kali terdapat 1 kali pengujian yang error dengan menunjukkan nilai yang tidak sesuai dengan jarak sebenarnya. Dari data tersebut pula dapat di katakan bahwa sensor ultrasonik tersebut dapat digunakan sebagai sensor dalam *prototype* pada penelitian ini karena sensor ultrasonik tersebut berjalan dengan baik.



Gambar 5. Kalibrasi sensor ultrasonik dengan jarak 8 cm

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan antara jarak aktual (garis berwarna merah) dan jarak yang dibaca oleh sensor ultrasonik (garis berwarna biru). Namun apabila di perbesar hingga beberapa kali, maka akan terlihat perbedaan yang sangat kecil. Sehingga dapat dikatakan sensor ultrasonik dapat di gunakan dalam sistem pada penelitian ini.

4. Perancangan Software

Pada bagian ini dibuat perancangan *software* pendukung untuk membangun *prototype* ini. Aplikasi tersebut digunakan untuk membangun perintah atas algoritma yang telah kita buat (*flowchart*). Selain itu aplikasi tersebut bersifat *opersource* aplikasi tersebut antara lain, untuk pemrograman menggunakan python 3, arduino IDE untuk pemrograman mikrokontrollernya dan MySQL untuk database servernya.

Sistem Database

Pada bagian ini ditunjukkan bagaimana membuat sistem *database* yang digunakan pada penelitian penelitian ini. Membuat nama database kemudian membuat struktur tabel yang berisikan komponen apa saja yang dimasukkan dalam database yakni data kecepatan dan waktu kejadian pelanggaran. Pengiriman data yang berupa kecepatan sendiri dilakukan melalui raspberry, dengan menambahkan perintah untuk mengirimkan data yang telah dipilih menuju ke database. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tabel dan field dalam struktur database

Sistem Monitoring WEB

Pada bagian ini di tunjukkan bagaimana

sistem *monitoring* yang di gunakan dalam penelitian penelitian ini. Untuk tampilan web sendiri menggunakan template yang berbasis pemrograman HTML. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan untuk melakukan proses *monitoring* ini, antara lain :

1. Proses Login

Proses ini di gunakan untuk memilah *user* yang memiliki kewenangan untuk mengatur dan memperbaiki proses *monitoring* plan ini dan untuk menambah sistem keamanan dalam proses *monitoring* plan. Caranya yaitu dengan memasukkan *username* dan *password* yang telah terdaftar, setelah itu menekan tombol *login*. *Username* dan *Password* itu sendiri akan tersimpan dalam database, sehingga dapat digunakan berulang-ulang selama sistem dan data dalam *database* tidak dihapus. Untuk lebih jelas akan di gambarkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Login

5. Proses Monitoring

Proses ini merupakan proses utama dalam sistem ini, yaitu proses untuk memantau berjalannya sistem. Dari proses ini dapat di ketahui apakah sistem berjalan dengan benar atau dalam keadaan gangguan (*error*). Informasi yang terdapat dalam halaman *monitoring* yaitu data kecepatan, waktu, dan gambar kendaraan. Data yang ditampilkan adalah data yang sebelumnya telah diseleksi pada Raspberry Pi 3 sehingga hanya data pelanggar yang ditampilkan. Sedangkan untuk bagian penampil gambar masih belum menemukan cara untuk menampilkan gambar secara langsung, maka dari itu digunakan cara dengan mengirim *file-link* lokasi gambar yang disimpan pada PC utama seperti pada Gambar 8. Pada Gam-

bar 8 terdapat beberapa kolom yang pertama yakni waktu kapan terjadinya pelanggaran yang meliputi tanggal dan waktu kejadian. Yang kedua adalah data kecepatan yang didapat dari perhitungan pada arduino dan kolom yang terakhir adalah gambar kendaraan yang telah melanggar batas kecepatan yang ditentukan.

No	Date/Time	Speed	Capture
1	2017-08-02 03:22:12	4.08	
2	2017-08-02 03:22:14	4.20	
3	2017-08-02 03:22:17	3.99	
4	2017-08-02 03:22:19	4.20	
5	2017-08-02 03:22:21	4.68	
6	2017-08-02 03:22:23	4.209199	

Gambar 8. Form Monitoring Plan

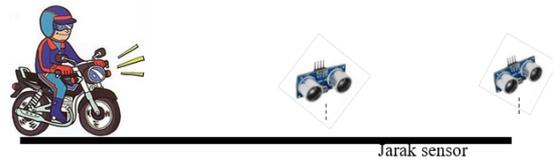
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada tahapan ini dilakukan pengujian dan analisis terhadap performa alat dan ketersesuaian terhadap rancangan sistem yang diharapkan. Pengujian dan analisa yang dilakukan meliputi pengujian *monitoring online* serta pengujian dan analisis dari jalannya sistem pada penelitian ini

1. Pengujian Data Kecepatan

Pada bagian ini di jelaskan dalam tabel hasil kecepatan yang telah ditentukan. Pengujian ini menggunakan Unit Speedmeter GPS yang biasa digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan. Hal tersebut digunakan untuk membuktikan bahwa pembacaan kecepatan berjalan dengan baik. Pengujian kecepatan ini sendiri menggunakan cara dengan melaju konstan di beberapa titik kecepatan yang telah ditentukan lalu melewati sensor sehingga kecepatan dapat terbaca. Teknis skenario pengujian dapat dijelaskan melalui Gambar 9.

Motor dilengkapi GPS



Gambar 9. Pengujian sensor kecepatan.

Dari Gambar 9 motor yang dilengkapi Speedmeter GPS dipacu dengan kecepatan konstan pada beberapa titik kecepatan yang ditentukan. Sehingga ketika melalui sensor kecepatan yang didapat pada pembacaan sensor dapat dibandingkan dengan kecepatan pada GPS.

Tabel 2. Pengujian dengan data sensor kecepatan 20 km/jam

Data kecepatan GPS (km/jam)	Data Pembacaan (km/jam)	Error (%)
20	19,4	3 %
20	19.5	2,5 %
20	19,5	2,5 %
20	19,7	1,5 %
20	19,5	2,5 %
20	19,5	2,5 %
20	20	0 %
20	19,6	2 %
20	19,7	1,5 %
20	19,7	1,5 %
Total Error (%)		1,95 %

Dalam pengujian pembacaan ini dilakukan dengan menggunakan speedmeter GPS dengan kecepatan konstan di 3 titik pengujian kecepatan dimana masing- masing titik diuji sebanyak 10 kali dan menggunakan jarak 150 cm pada kedua sensornya. Data pengujian dapat dijelaskan dalam Tabel 2. Berdasar hasil diatas dengan pengujian kecepatan sebesar 20 km/jam didapatkan rata-rata error pembacaan

caan sensor sebesar 1,95 %.

Tabel 3. Pengujian dengan data sensor kecepatan 40 km/jam

Data kecepatan GPS (km/jam)	Data Pembacaan (km/jam)	Error (%)
40	38,8	3 %
40	38,9	2,75 %
40	39	2,5 %
40	38,7	3,25 %
40	38,8	3 %
40	39,1	2,25 %
40	38,7	3,25 %
40	38,7	3,25 %
40	38,7	3,25 %
40	38,9	2,75 %
40	39,2	2 %
Total Error (%)		2,8 %

Berdasar hasil diatas dengan pengujian kecepatan sebesar 40 km/jam didapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 2,8 %.

Tabel 4. Pengujian dengan data sensor kecepatan 60 km/jam

Data kecepatan GPS (km/jam)	Data Pembacaan (km/jam)	Error (%)
60	57,5	4,17 %
60	57,6	4 %
60	58	3,33 %
60	57,7	3,83 %
60	57,7	3,83 %
60	57,1	4,83 %
60	57,6	4 %
60	57,5	4,17 %
60	57,6	4 %
60	57,2	4,67 %

Total Error (%)	2,8 %	4,08
------------------------	-------	------

Berdasar hasil diatas dengan pengujian kecepatan sebesar 60 km/jam didapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 4,08 %. Dari hasil yang didapat berdasar tabel diatas hasil dari perbandingan dengan menggunakan speedmeter GPS memiliki beberapa tingkat error yang semakin besar nilainya apabila kecepatan juga semakin tinggi.

2. Pengujian pengambilan gambar objek

Pengujian pengambilan gambar dengan kamera ini dilakukan dengan menentukan kecepatan objek yang bergerak, hal ini dilakukan supaya objek yang bergerak dapat tertangkap kamera. Kamera yang digunakan adalah kamera USB yang beresolusi rendah 720P (HD). Pada pengujian ini didapatkan gambar objek dengan jelas, jika objek bergerak dengan kecepatan konstan 4,56 km/jam. Pada pengambilan gambar objek dilakukan pada dua jalur (*track*) seperti pada Gambar 10 a dan 10 b.



Gambar 10. Pengujian pengambilan gambar pada jalur A

3. Pengujian Database

Pada bagian ini di jelaskan tentang pengujian pengiriman data dari mikrokontroler menuju ke *database*, yakni data kecepatan kendaraan yang melanggar batas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.

	id	date	speed	link
	2	2017-09-06 00:13:10	385	image0.php
	3	2017-09-06 00:14:49	4.3	image1.php
	4	2017-09-06 00:15:04	6.52	image2.php
	5	2017-09-06 00:15:12	497	image3.php
	6	2017-09-06 00:15:18	472	image4.php
	7	2017-09-06 00:15:45	4.0	image5.php
	8	2017-09-06 00:16:00	6.6	image6.php
	5	2017-09-06 00:16:04	4.61	image7.php

Gambar 11. Database pengujian kecepatan

Berdasarkan Gambar 11. pembacaan kecepatan kendaraan yang melanggar batas dapat disimpan dalam database beserta tanggal dan waktu terjadinya pelanggaran.

4. Pengujian Online Monitoring

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang bagaimana sistem online monitoring dapat bekerja sehingga dapat ditampilkan melalui komputer lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12. Berdasarkan Gambar 12 adalah tampilan web pada komputer.

1	2017-09-06 00:13:10	385	image0.php
2	2017-09-06 00:14:49	4.3	image1.php
3	2017-09-06 00:15:04	6.52	image2.php
4	2017-09-06 00:15:12	497	image3.php
5	2017-09-06 00:15:18	472	image4.php
6	2017-09-06 00:15:45	4.0	image5.php
7	2017-09-06 00:16:00	6.6	image6.php
8	2017-09-06 00:16:04	4.61	image7.php

Gambar 12. tampilan WEB Online Monitoring kecepatan

Tampilan web data pelanggar kecepatan dapat ditampilkan pada komputer lain dengan hasil tampilan yang sama persis. Hal ini membuktikan bahwa web monitoring kecepatan dapat diakses melalui komputer lain dengan menggunakan alamat web yang telah ditentukan.

5. Analisis dan Evaluasi

Dari semua proses pengujian dan analisa diatas maka dapat dikatakan bahwa prototype

pada penelitian penelitian ini berjalan dengan baik. Dalam pengujian sensor untuk membaca kecepatan diketahui bahwa pada kecepatan 20 Km/jam errornya 1,95 % sedangkan pada kecepatan 40 Km/jam, didapatkan error sebesar 2.8% dan pada kecepatan 60 Km/jam nilai rata-rata errornya sebesar 4,08 % Berdasarkan nilai rata-rata error dari tiga macam kecepatan tersebut nilai erro masih dibawah 5%. Secara umum sistem dapat berjalan dengan baik, mulai dari dilakukannya proses perhitungan untuk menentukan kecepatan, memilah kecepatan yang melebihi set point, pembuatan data base dan tampilan web untuk memantau dan melihat capture kamera obyek yang melebihi kecepatan. Penggunaan mini komputer RaspBerry Pi 3 cukup efektif dan dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam sistem ini adalah Python 3.

```
while 1:
    x = ser.readline()
    print (x)

    if x > "3.8":
        os.system('fswebcam -p YUYV -d /dev/video0 -r 640x480 SDIR/$fswebcam --no-banner -r 640x480 image+str(a)+'.jpg') # uses Fswebcam to take picture
        image='image'+str(a)+'.php'
        a = a+1
        print (x)
```

Gambar 13. Script bahasa pemrograman Phyton pada Rasperry Pi 3.

KESIMPULAN

Dari percobaan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kerja mesin dimulai dengan sensor kecepatan mengirimkan data dengan akurat dari mikrokontroller (arduino) ke Rasperry Pi 3 dengan komunikasi serial. Kemudian dengan pemrograman Phyton 3, Rasperry Pi 3 memerintahkan kamera untuk aktif jika data kecepatan yang diterima melebihi dari nilai batas kecepatan yang telah ditentukan.
2. Dalam pengujian sensor untuk membaca ke-

- cepatan diketahui bahwa pada kecepatan 20 Km/jam errornya 1,95 % sedangkan pada kecepatan 40 Km/jam, didapatkan error sebesar 2.8% dan pada kecepatan 60 Km/jam nilai rata-rata errornya sebesar 4,08 %
3. Berdasarkan nilai rata-rata error sensor kecepatan dari tiga macam skenario kecepatan tersebut nilai error masih dibawah 5%.
 4. Pada pengujian ini, agar didapatkan gambar objek dengan jelas, objek bergerak dengan kecepatan konstan 4,56 km/jam
 5. Agar gambar yang dihasilkan dapat bagus diperlukan kamera yang memiliki teknologi lebih bagus seperti IP Camera yang beresolusi tinggi, HD (*High Definition*)
- ### DAFTAR PUSTAKA
- Arfianto, A. Z., & Affandi, A. (2010). RANCANG BANGUN LAYANAN WEBSITE INTERAKTIF PADA SISTEM KOMUNIKASI VESSEL MESSAGING SYSTEM (VMeS).
- Handoko, C. R., Arfianto, A. Z., & Hasin, M. K. (2017). Perangkat Informasi Kecepatan Angin Berbasis Motor DC dan Jaringan Internet of Things. *Seminar MASTER PPNS; Vol 2 No 1 (2017): Seminar MASTER 2017*. Retrieved from <http://journal.ppns.ac.id/index.php/SeminarMASTER/article/view/264>
- Hani, S. (2010). Sensor Ultrasonik SRF05 sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknologi*, 3(2), 120–128.
- KPPIP. (2017). PROYEK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR JALAN TOL. Retrieved from <https://kppip.go.id>
- Ningsih, F. P. (2011). *PENGUKURAN KECEPATAN OBYEK BERGERAK MENGGUNAKAN WEBCAM BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL*. Undergraduate Theses ITS. Surabaya: ITS-Undergraduate.
- Sinaulan, O. M. (2015). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATMega 16. *Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT, Manado-95115*, 4(3), 60–70.
- Zufrizal. (2017). Ini Penyebab Utama Kecelakaan di Jalan Tol. Retrieved from <http://industri.bisnis.com/read/20171109/45/707668/ini-penyebab-utama-kecelakaan-di-jalan-tol>.