

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Andalas atau disingkat dengan LPPM UNAND memiliki gedung yang terletak dibelakang Fakultas Teknik UNAND. Jika dari jalan lingkar UNAND dapat melewati dua jalur untuk dapat sampai ke LPPM UNAND. Jalur pertama dapat melewati jalan di sebelah Fakultas Teknik dan jalur kedua melewati depan Koperasi Mahasiswa UNAND. Jalan ke LPPM UNAND bisa terbilang cukup kecil, sehingga tidak cukup untuk dua buah mobil bisa berjalan bersamaan.

Dengan keadaan jalan yang seperti ini muncul masalah jika dua buah mobil melewati jalan ini pada arah yang berlawanan. Ketika dua buah mobil dari arah yang berlawanan bertemu di tengah jalan, sehingga salah satu mobil mesti mengalah dengan berjalan mundur agar mobil lain dapat melewati jalan tersebut. Dengan demikian kedua mobil tersebut dapat melanjutkan perjalanannya. Masalah menjadi cukup besar jika jalan dilewati oleh banyak mobil dari dua arah yang berlawanan menyebabkan terjadinya kemacetan pada jalan tersebut.

Stackholder yang mencakup masalah ini tentu saja warga UNAND yang melewati jalan menggunakan mobil. Diharapkan ketika masalah ini diselesaikan tidak terjadi lagi pertemuan antara dua mobil dari arah yang berlawanan di tengah jalan sempit ini dan juga dapat mengurangi kemacetan yang dapat terjadi.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Jalan sempit yang menjadi objek permasalahan memiliki panjang jalan sebesar 110 meter. Data panjang jalan diukur menggunakan aplikasi Google Maps. Jalan ini dimulai dari KOPMA UNAND hingga daerah parkir belakang Fakultas Teknik. Untuk lebar dari jalan ini sebesar 3 meter yang diukur secara langsung menggunakan meteran. Jalan ini sama seperti jalan lain yang ada di daerah UNAND yang terbuat dari beton. Kondisi jalan agak sedikit mendaki dengan dua buah belokan. Kecepatan rata - rata untuk kendaraan yang melewati jalan ini antara 30 - 40 km/jam. Yang berarti waktu yang dibutuhkan untuk melewati jalan ini selama 10 - 14 detik. Dikarenakan pada jalan ini sering dilewati oleh mahasiswa Fakultas

Teknik, dosen, serta warga UNAND lainnya. Arus ramai kendaraan yang melewati jalan ini terjadi pada hari kuliah yaitu senin sampai jumat. Puncak arus ramai kendaraan terjadi pada jam 15.00 WIB dimana ketika perkuliahan telah selesai. Diperkirakan rata - rata kendaraan yang melewati jalan pada jam ini mencapai 20 kendaraan permenit. Sepeda motor lebih sering melewati jalan ini dibandingkan mobil dengan perbandingan 10 : 1.

Solusi pada penelitian sebelumnya yaitu berupa sistem kendali lampu lalu lintas dengan deteksi kendaraan menggunakan metode *blob detection*. Sistem ini menggunakan kamera yang dipasang pada lampu lalu lintas perempatan jalan. *Blob detection* digunakan sebagai algoritma pendeteksian kendaraan pada keempat sisi jalan. Kemudian *output* dari proses *blob detection* ditampilkan pada *traffic monitoring software* dan *output* jumlah kendaraan yang terdeteksi digunakan sebagai *input* untuk mengendalikan lampu lalu lintas menggunakan *fuzzy logic*.

Hasil pengujian dari sistem ini, didapatkan tingkat akurasi paling tinggi terjadi pada keadaan cuaca cerah sebesar 82% dan akurasi paling rendah terjadi pada cuaca hujan sebesar 76,5%. Namun tingkat akurasi juga dipengaruhi oleh kondisi kepadatan jalan, semakin ramai keadaan jalan maka semakin rendah pula tingkat akurasinya. Pada data pengujian ditunjukkan bahwa tingkat akurasi rata-rata pada kondisi ramai hanya sebesar 67,7% saja. Turunnya tingkat akurasi ini terjadi karena posisi kendaraan yang bergerombol dan berdekatan satu sama lain, sehingga sistem mendeteksi sebagai satu objek kendaraan saja [5].

1.1.2 Analisis Masalah

Dari permasalahan yang didapatkan, sehingga dilakukan analisis masalah dengan mempertimbangkan berbagai aspek. Analisis masalah dari akses jalan ke LPPM UNAND yang menghasilkan beberapa konstrain antara lain :

1. Konstrain ekonomi : Total biaya yang dibutuhkan untuk solusi tidak melebihi dari Rp.5.000.000, dan lebih baik jika alat - alat yang dibutuhkan terdapat pada laboratorium sehingga dapat mengurangi biaya pembuatan alat.
2. Konstrain *manufacturability* : Rancangan alat dapat dijalankan menggunakan *breadboard*, tanpa harus mendesain papan PCB khusus.

3. Konstrain *sustainability* : Dikarenakan alat nantinya dipasang di luar ruangan, diharapkan bahan dapat tahan dari terik matahari serta hujan.
4. Konstrain waktu dan sumber daya : Alat dapat dikerjakan dalam waktu 6 bulan oleh satu orang dengan jam kerja 12 jam perminggu.
5. Konstrain lingkungan : Rancangan alat diharapkan dapat bekerja dengan energi terbarukan yaitu sinar matahari menggunakan panel surya tanpa harus terus tersambung ke listrik terus menerus.
6. Konstrain keamanan : Rancangan tidak memberikan informasi yang salah. Jika alat mendeteksi ada mobil yang lewat maka alat akan memberitahu bahwa ada mobil yang melalui jalan tersebut.

1.1.3 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya terhadap perancangan alat untuk solusi dari permasalahan. Dirumuskan kebutuhan - kebutuhan yang diperlukan untuk merancang alat sebagai berikut :

1. Alat dapat mendeteksi mobil yang melewati jalan.
2. Alat dapat mendeteksi mobil pada jarak hingga 5 meter.
3. Alat dapat bekerja dengan daya sebesar 20 W.
4. Alat dapat bekerja pada jam – jam kerja.
5. Ketika alat mendeteksi mobil pada satu sisi jalan, pada sisi jalan lain alat memberikan informasi bahwa ada mobil yang sedang melewati jalan tersebut.

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang mesti dipenuhi, tujuan yang dirumuskan untuk menjadi solusi dari masalah yaitu dengan membuat alat yang dapat mendeteksi mobil dari satu sisi jalan dan memberitahu sisi jalan yang lain bahwa sedang ada mobil yang melewati jalan tersebut. Agar mobil yang berada pada sisi jalan lain tidak masuk melewati jalan sempit tersebut. Sehingga dapat menghindari pertemuan antara dua mobil tersebut yang dapat menyebabkan macet.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan, diharapkan dapat menemukan solusi yang tepat, efektif, dan tentu saja dengan biaya yang terjangkau. Alat diharapkan dapat mendeteksi kendaraan yang melewati jalan dan dapat memberikan peringatan kepada kendaraan pada sisi jalan lain. Karakteristik alat ini dijelaskan secara detail menjadi fitur dasar, fitur tambahan, dan sifat solusi yang diharapkan.

1.2.1.1 Fitur Dasar

1. *Computing performance* : alat memiliki kinerja komputasi yang tinggi agar berkerja secara optimal.
2. *Sensing capability* : sensor yang menjadi input dari sistem memiliki kemampuan yang memadai.
3. *Communication* : kemampuan alat untuk berkomunikasi dalam mengirimkan data dan menerima data.
4. *Low power consumption* : alat dapat berjalan dengan daya listrik yang rendah.

1.2.1.2 Fitur Tambahan

1. *Low cost* : alat dapat diproduksi dengan biaya yang terjangkau sesuai dengan konstrain ekonomi yang telah ditetapkan.
2. *Realtime* : alat dapat mendeteksi mobil dalam batas waktu yang telah ditentukan atau sesuai dengan *deadline*.

1.2.1.3 Sifat Solusi

1. Mudah diinstalasi karena alat dipasang pada luar ruangan.
2. Mudah dipahami oleh pengguna jalan.
3. Mudah dalam pemeliharaan jika terjadi kerusakan pada alat.
4. Tampilan yang menarik

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Object Detection Menggunakan Faster R-CNN

Object detection adalah teknik *computer vision* dan *image processing* yang berhubungan dalam pendeteksian objek semantik dari kelas tertentu dalam gambar dan video digital [1]. Setelah kamera menangkap gambar, kemudian diproses menggunakan *Faster R-CNN*. *Faster R-CNN* (*Region-based Convolutional Neural Network*) merupakan sebuah model *object detection* yang dikembangkan oleh Ross Girshick dengan melakukan pendekatan *Region Proposal Network* (RPN) untuk menghasilkan *bounding boxes* [7].

RPN adalah bagian penting dari arsitektur *Faster R-CNN* yang memiliki tugas untuk menghasilkan daerah-daerah yang kemungkinan besar berisi objek. Daerah – daerah ini biasa disebut dengan *bounding boxes*. Setelah didapatkan *bounding boxes*, selanjutnya proses klasifikasi objek. Pada jaringan konvolusi, dilakukan ekstraksi fitur dengan proses *Region of Interest* (RoI) *pooling*. Setelahnya, fitur dari RoI *pooling* digunakan sebagai *input* ke dalam lapisan *fully connected layer* untuk tugas klasifikasi dan regresi.

Jika mobil terdeteksi melewati jalan, maka akan dikirimkan data ke alat yang ada di sisi jalan lain. Pengiriman data dilakukan melalui LoRa dikarenakan jarak antara dua alat yang cukup jauh. LoRa dapat melakukan komunikasi secara *wireless* hingga jarak mencapai 15 KM. Setelah data diterima bahwa ada mobil yang melewati jalan, alat menghidupkan lampu merah pada sisi jalan lain. Kemudian mobil berjalan keluar dari jalan, kamera pada alat kedua mendeteksi bahwa mobil telah keluar dari jalan dan barulah lampu berubah menjadi lampu hijau.

1.2.2.2 Object Detection Menggunakan Metode YOLO

Solusi kedua memiliki cara kerja yang sama seperti solusi pertama tetapi pada solusi ini *object detection* dilakukan menggunakan YOLO. YOLO merupakan algoritma yang sering digunakan dalam *object detection* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat memprediksi *bounding boxes* dan *class probabilities* langsung dari gambar. Jika dibandingkan dengan algoritma *object detection* lain YOLO lebih baik dalam proses gambar secara *realtime* dengan *frame per second* yang cukup tinggi . YOLO melakukan pendeteksian objek langsung

daripixel citra ke kotak pembatas (bounding box) dan probabilitas kelas [2]. Jadi, sebuah jaringan saraf akan secara serentak memprediksi banyak bounding box dan probabilitas kelas untuk kotak tersebut sehingga tidak memerlukan alur yang kompleks.

Pada alur algoritma YOLO terdapat *grid* yang menandakan jika terdeteksi kelas objek, maka *bounding box* yang mengelilingi objek akan memprediksi masing-masing *grid* beserta nilai *confidence* dari objek tersebut. *Bounding box* bertujuan untuk menandai lokasi objek pada gambar yang memiliki komponen Px dan Py sebagai pusat dari kotak relatif kepada batas sel *grid*, serta Pw dan Ph sebagai lebar dan tinggi merupakan pusat dari kotak relatif kepada gambar. *Confidence score* merupakan seberapa akurat model yang menunjukkan pendeteksian objek di dalam *bounding box*. Untuk mendapatkan *Confidence score* pada setiap *bounding box* masing-masing kelas maka nilai probabilitas kelas dan *confidence* dikalikan sebagai nilai spesifik keakuratan deteksi [6].

Pada solusi ini menggunakan algoritma YOLO v4-tiny dengan arsitektur yang lebih sederhana. Sehingga dapat dijalankan pada GPU tunggal tetapi menekankan kecepatan deteksi (fps) dengan hasil citra yang halus. Dimana proses kamera menangkap mobil yang lewat menggunakan YOLO v4-tiny dengan *library* yang diambil dari OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*). OpenCV adalah *software library* yang digunakan dalam pengolahan gambar secara *realtime* yang dibuat oleh Intel dan didukung oleh Willow Garage dan Itseez, yang kemudian diakuisisi oleh Intel [3].

1.2.2.3 Object Detection Menggunakan Ultrasonik

Solusi ketiga menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi mobil yang lewat. Sensor ultrasonik bekerja dengan memancarkan sinyal ultrasonik. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda, frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan

diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus : $S = 340.t/2$

Dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver. Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat memancarkan sinyal ultrasonik hingga jarak 400 cm dan sudut efektif sebesar 15° [4].

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Dari ketiga solusi yang telah diberikan, analisis dilakukan dengan *House of Quality* membandingkan konstrain dengan fitur dasar, fitur tambahan, dan sifat solusi.

Tabel 1 House of Quality

Konstrain	Prioritas	Karakteristik Produk									
		Computing Performance	Sensing Capability	Communication	Low Power Consumption	Low Cost	Realtime	Mudah dimstalisasi	Mudah dipahami pengguna jalan	Mudah dalam maintenance	Tampilan Menarik
Biaya <= 2.000.000	5	●	●	●	●	●	●				○
Tanpa mendesain PCB	2					○		○		○	
Tahan terik matahari dan hujan	3	○	○	○		○	●				
Dapat dikerjakan dalam 6 bulan	5							●		●	
Bekerja dengan sel surya	1				○	○		△			△
Tidak memberikan informasi salah	4		●	●			●		●		
Jumlah		21	33	33	17	27	36	20	12	19	11
Persentase		9,33%	14,7%	14,7%	7,56%	10,2%	16%	8,89%	5,33%	8,44%	5%
Solusi 1		○	●	○	△	△	○	○	○	○	○
Solusi 2		●	●	○	△	△	●	○	○	○	○
Solusi 3		△	△	○	●	●	○	○	○	○	○

Tabel 1.1 menunjukkan *house of quality* yang dapat menentukan pilihan terbaik dari tiga solusi yang telah diberikan. Konstrain biaya kurang dari Rp. 5.000.000 berhubungan erat dengan *computing performance*, *sensing capability*,

communication, dan *realtime* karena diharapkan dapat menekan *budget* dengan alat yang memiliki kemampuan tinggi. Karena alat diharapkan dapat dibuat dengan harga rendah, oleh karena itu *low cost* dan *low power consumption* juga berhubungan erat. Serta dengan harga yang terjangkau dapat membuat alat dengan tampilan yang menarik.

Dengan alat yang tidak memerlukan PCB khusus dapat memudahkan dalam melakukan instalasi pada alat dan memudahkan dalam hal *maintenance*. Siang hari dapat membuat *performance* dari alat dapat menurun karena terik panas matahari. Dan cuaca hujan dapat mempengaruhi komunikasi yang dilakukan LoRa SX1278, sehingga komunikasi secara *realtime* terganggu. Bahan yang tahan terik dan hujan juga berhubungan dengan *low cost*.

Konstrain keempat yaitu alat dapat dikerjakan dalam waktu 6 bulan berhubungan erat dengan mudah diinstalasi dan mudah dalam *maintenance*. Dengan waktu yang terbatas sehingga diharapkan alat dapat selesai sesuai jadwal. Konstrain kelima berhubungan dengan *low power consumption* dan *low cost*. Karena dengan menggunakan sel surya dapat menghemat biaya penggunaan listrik dan alat harus dapat bekerja dengan daya rendah sehingga tidak perlu menggunakan sel surya yang besar. Dengan menggunakan sel surya alat tidak harus tersambung ke sumber listrik sehingga alat mudah diinstalasi diluar ruangan dan tidak ada kabel panjang yang mengganggu.

Agar alat tidak memberikan informasi yang salah maka alat diharapkan dapat mendeteksi mobil dengan akurat secara *realtime*. Selain itu, alat juga dapat berkomunikasi dengan waktu yang singkat sehingga informasi tidak sampai terlambat. Alat juga harus mudah dipahami oleh pengguna jalan, jangan sampai alat membuat pengguna jalan bingung.

Setelah memberi poin pada hubungan antara konstrain dan karakteristik produk, selanjutnya poin pada setiap solusi. Pertama pada *computing performance*, solusi 1 diberi nilai 2 karena *Faster R-CNN* memerlukan komputasi yang lebih ringan jika dibandingkan dengan YOLO. Sedangkan pada solusi ketiga diberi nilai 1 karena *ultrasonik* tidak memerlukan proses komputasi yang kompleks jika dibandingkan dengan solusi 1 dan 2. Pada *sensing capability* solusi 1 dan 2 diberi nilai 3

sedangkan solusi 3 nilai 1, karena sensor ultrasonik tidak dapat membedakan objek yang dideteksi apakah yang lewat motor, mobil atau objek lainnya.

Communication diberi nilai 2 pada ketiga solusi karena ketiganya menggunakan LoRa SX1278 untuk mengirim dan menerima data. Untuk bagian *low power consumption* solusi 1 dan 2 memerlukan daya yang besar karena melakukan komputasi yang cukup kompleks sehingga diberi nilai 1. Hal ini juga berlaku pada bagian *low cost*, karena memerlukan daya yang cukup besar dan komputasi yang kompleks sehingga dibutuhkan perangkat keras yang cukup mumpuni.

Pada bagian *realtime* solusi 2 diberi nilai 3 karena YOLO dapat menghasilkan *framerate* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solusi 1. Ketiga solusi mudah diinstalasi, mudah dipahami oleh pengguna jalan, dan tampilan cukup menarik sehingga sama – sama diberi nilai 2. Dari penjelasan menggunakan *house of quality* dari ketiga solusi dapat dihitung jumlahnya sebagai berikut :

1. Solusi 1 = $(2 \times 9,33\%) + (3 \times 14,7\%) + (2 \times 14,7\%) + (1 \times 7,56\%) + (1 \times 10,2\%) + (2 \times 16\%) + (2 \times 8,89\%) + (2 \times 5,33\%) + (2 \times 8,44\%) + (2 \times 5\%)$
= 1,9724
2. Solusi 2 = $(3 \times 9,33\%) + (3 \times 14,7\%) + (2 \times 14,7\%) + (1 \times 7,56\%) + (1 \times 10,2\%) + (3 \times 16\%) + (2 \times 8,89\%) + (2 \times 5,33\%) + (2 \times 8,44\%) + (2 \times 5\%)$
= 2,2257
3. Solusi 3 = $(1 \times 9,33\%) + (1 \times 14,7\%) + (2 \times 14,7\%) + (3 \times 7,56\%) + (3 \times 10,2\%) + (2 \times 16\%) + (2 \times 8,89\%) + (2 \times 5,33\%) + (2 \times 8,44\%) + (2 \times 5\%)$
= 1,9403

1.2.4 Solusi yang Dipilih

Setelah dilakukan analisis menggunakan *house of quality* didapatkan hasil bahwa solusi kedua yang memiliki nilai lebih tinggi dibanding solusi lain. Solusi kedua yaitu menggunakan YOLO karena tidak memerlukan proses komputasi yang kompleks jika dibandingkan komputasi menggunakan *Faster R-CNN*. Alasan lain adalah *frame rate* yang dihasilkan dari YOLO lebih tinggi jika dibandingkan dengan *Faster R-CNN* yang membuat alat dapat menjadi lebih *realtime*.

Pada solusi ketiga menggunakan sensor ultrasonik kurang cukup untuk dapat menyelesaikan permasalahan. Hal ini dikarenakan sensor ultrasonik tidak dapat membedakan apakah yang melewati jalan berupa pejalan kaki, kendaraan bermotor, atau mobil. Permasalahan ini membutuhkan alat yang dapat mendeteksi mobil dengan menggunakan pengolahan citra atau *object detection* dengan algoritma seperti YOLO atau menggunakan *Faster R-CNN*, hal ini hanya dapat dilakukan pada solusi pertama dan kedua.

