



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

JALAN GANESHA NO. 10 Gedung Labtek V Lantai 2 ☎ (022)2508135-36, 📠 (022)2500940
BANDUNG 40132

Dokumentasi Produk Tugas Akhir

Lembar Sampul Dokumen

Judul Dokumen	TUGAS AKHIR TEKNIK ELEKTRO: <i>Fleet Monitoring and Control System pada Guided Bus</i>
Jenis Dokumen	SPESIFIKASI Catatan: Dokumen ini dikendalikan penyebarannya oleh Prodi Teknik Elektro ITB
Nomor Dokumen	B200-03-TA1617.01.094
Nomor Revisi	03
Nama File	B200-03-TA1617.01.094
Tanggal Penerbitan	12 May 2017
Unit Penerbit	Prodi Teknik Elektro - ITB
Jumlah Halaman	14 (termasuk lembar sampul ini)

Data Pengusul				
Pengusul	Nama	Ali Zaenal Abidin	Jabatan	Mahasiswa
	Tanggal	12 Mei 2017	Tanda Tangan	
	Nama	Shah Dehan Lazuardi	Jabatan	Mahasiswa
	Tanggal	12 Mei 2017	Tanda Tangan	
	Nama	Aulia Hening Darmasti	Jabatan	Mahasiswa
	Tanggal	12 Mei 2017	Tanda Tangan	
Pembimbing	Nama	Arief Syaichu R.	Tanda Tangan	
	Tanggal	12 Mei 2017		
Lembaga Program Studi Teknik Elektro Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung				
Alamat Labtek V, Lantai 2, Jalan Ganesha no. 10, Bandung Telepon : +62 22 250 2260 Faks : +62 22 253 4222 Email: stei@stei.itb.ac.id				

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
1 PENGANTAR	4
1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN	4
1.2 TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI/KEGUNAAN DOKUMEN	4
1.3 REFERENSI	4
1.4 DAFTAR SINGKATAN.....	4
2 SPESIFIKASI.....	4
2.1 DEFINISI, FUNGSI DAN SPESIFIKASI DARI SOLUSI	4
2.2 SPESIFIKASI TUGAS AKHIR	5
2.3 PENJELASAN FUNGSI, FEATURE, DAN VERIFIKASI	7
2.3.1 <i>Fungsi</i>	7
2.3.2 <i>Fitur</i>	7
2.3.3 <i>Verifikasi</i>	8
2.4 DESIGN	11
2.5 BIAYA DAN JADWAL	13
3 LAMPIRAN.....	14

Catatan Sejarah Perbaikan Dokumen

VERSI, TGL, OLEH	PERBAIKAN
2, 4 Mei 2017, Ali Zaenal A. Shah Dehan L. Aulia Hening D.	Penambahan spesifikasi keamanan data dan kemampuan server Pergantian istilah <i>fleet hardware</i> menjadi <i>ECU monitoring</i>
3, 12 Mei 2017, Ali Zaenal A. Shah Dehan L. Aulia Hening D.	Perubahan nilai pada spesifikasi interval pengiriman data

Proposal Proyek Pengembangan *Fleet Monitoring and Control System*

1 Pengantar

1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN

Dokumen ini berisi penjelasan mengenai spesifikasi dan fungsi dari *Fleet Monitoring and Control System* (FMCS) pada *guided bus* yang akan dikerjakan sebagai tugas akhir. Penjelasan spesifikasi dari produk ini meliputi penjelasan fungsi, fitur, cara verifikasi, prosedur pengujian komponen penyusun, prosedur pengujian integrasi sistem, diagram blok sistem, serta penjelasan sub-sistem. Pada akhir dokumen juga akan dijelaskan mengenai perkiraan biaya serta jadwal terkait pengembangan produk.

1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Dokumen ini dibuat dengan tujuan sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran dan penjelasan terkait fungsi dan spesifikasi dari produk rancang bangun FMCS pada *guided bus*.
2. Sebagai landasan dari perancangan dan pengembangan produk FMCS pada *guided bus*.

Dokumen ini ditujukan kepada dosen pembimbing tugas akhir dan tim tugas akhir Program Studi Teknik Elektro ITB sebagai bahan penilaian tugas akhir.

1.3 REFERENSI

- [1] Fabbri G., dkk. "Development of an On-Board Unit for the Monitoring and Management of an Electrical Fleet". 2012. XXth International Conference on Electrical Machines.
- [2] Salceanu, Andrei, dkk. "Monitoring the Environment by Enhancing the Capabilities of a Fleet Tracking System". 2014. International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE).
- [3] Sveum P., dkk. "Wireless Monitoring of an Electric Fleet Hub". 2011. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference.
- [4] Sriborriux, Wiroon, dkk. "The Design of RFID Sensor Network for Bus Fleet Monitoring". 2008. 8th International Conference on ITS Telecommunications.

1.4 DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	ARTI
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
FMCS	<i>Fleet Monitoring and Control System</i>
ECU	<i>Engine Control Unit</i>

2 SPESIFIKASI

2.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi dari Solusi

Guided bus merupakan bus yang beroperasi didalam lajur khusus sehingga bebas macet. Pada jalur *guided bus*, terdapat dinding pada sisi kiri dan kanan bus yang mengarahkan laju bus. *Guided bus* memiliki *guide wheel* atau roda pemandu. *Guided bus* dilengkapi dengan *Fleet Monitoring and Control System* (FMCS) yaitu sistem pemantauan dan kontrol *real-time*. Sistem ini akan mengirimkan data dari setiap armada ke *control station*. Data yang

dikirimkan berupa posisi, suhu baterai dan level energi baterai yang kemudian akan ditampilkan pada GUI di *control station*.

Sistem FMCS terdiri dari komponen penyusun ECU *monitoring*, server dan GUI. Sistem ini memiliki fungsi umum sebagai berikut :

- memantau kondisi armada,
- mengirim informasi dari armada ke *control station*,
- menampilkan informasi mengenai kondisi *guided bus* pada GUI di *control station*,
- mengatur penjadwalan operasi armada secara otomatis, dan
- *control station* dapat memberi instruksi kepada pengemudi.

Berdasarkan fungsi-fungsi yang dimiliki, sistem FMCS pada *guided bus* memiliki spesifikasi umum sebagai berikut :

- menggunakan sensor posisi untuk mengetahui posisi armada,
- menggunakan ECU dan perangkat lain yang terdapat pada *guided bus* listrik untuk mendapatkan data rpm kendaraan, kondisi fault, dan tegangan baterai yang akan dikalkulasi menjadi level energi baterai,
- dapat mengirim informasi dari armada ke *control station* melalui server,
- menampilkan semua informasi yang diperoleh dari armada ke GUI pada *control station*,
- *control station* memiliki algoritma *scheduling* otomatis,
- mengirim informasi dari *control station* ke armada untuk fungsi kontrol armada,
- komunikasi antara armada dengan *control station* hanya dapat dilihat oleh pengemudi armada yang bersangkutan dan *control station*, dan
- menampilkan perintah dari *control station* pada pengemudi.

2.2 Spesifikasi Tugas Akhir

Spesifikasi fungsi tugas akhir yang akan dibuat tidak memiliki perbedaan dengan spesifikasi umum pada 2.1 Sehingga, sistem FMCS pada *guided bus* memiliki fungsi-fungsi spesifik sebagai berikut :

- memantau posisi armada,
- memantau rpm kendaraan, kondisi fault, dan level energi baterai,
- mengirim informasi posisi, rpm kendaraan, kondisi fault, dan level energi baterai tiap armada ke *control station* melalui server,
- menampilkan informasi-informasi tersebut pada GUI di *control station*,
- mengatur penjadwalan keberangkatan dan waktu operasi setiap armada secara otomatis, dan
- *control station* dapat memberi instruksi pada tiap pengemudi melalui server.

Dari fungsi-fungsi tersebut, dapat diturunkan spesifikasi-spesifikasi yang harus dipenuhi oleh FMCS pada *guided bus*. Untuk menentukan ketelitian sensor posisi dan periode pengiriman data, dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut.

Ketelitian sensor posisi diperoleh dari panjang bus yang akan digunakan, yaitu 12 meter. Mula-mula, jalur *guided bus* yang direncanakan (pada Jalan Soekarno-Hatta, Bandung) dibagi menjadi segmen-segmen kecil, tetapi operator pada *control station* tetap dapat melihat dua buah bus yang berhimpitan (berbaris). Segmentasi ini bertujuan untuk meminimalisir *error* dari sensor posisi sehingga posisi bus masih tetap dapat diinterpretasikan pada GUI di *control station* dalam jalur yang sesuai. Dari panjang bus ini, diperoleh nilai panjang segmen yang dibutuhkan, yaitu 12 meter (sesuai dengan panjang bus) dan ketelitian sensor posisi pada 6 meter (diperoleh dari setengah jarak antar dua bus).

Periode pengiriman data diperoleh dari kecepatan rata-rata bus berjalur khusus (pada 54 km/jam atau 15 meter/detik). Segmentasi yang digunakan yaitu sepanjang 12 meter. Supaya bus tetap terpantau setiap melewati segmen-segmen yang telah dibuat, data harus dikirimkan setiap 12/15 detik, yaitu 0.8 detik.

Berikut adalah spesifikasi FMCS pada *guided bus*.

Tabel 1 Fungsi dan spesifikasi

Fungsi	Spesifikasi
Memantau posisi tiap armada.	Posisi yang dibaca oleh operator pada <i>control station</i> memiliki <i>error</i> maksimal sebesar 6 meter.
Memantau rpm kendaraan, kondisi fault, dan level energi baterai.	Dapat membaca data rpm kendaraan, kondisi fault, dan level energi baterai sesuai spesifikasi ECU yang sudah terdapat di <i>guided bus</i> .
Mengirimkan data ke <i>control station</i> melalui server.	Data yang dikirimkan adalah: <ul style="list-style-type: none"> • Posisi • rpm kendaraan • Kondisi fault • Level energi baterai Data yang dikirim harus dapat dibaca pada GUI di <i>control station</i> maksimal setiap 0.8 detik.
Menampilkan data-data armada pada GUI di <i>control station</i> .	GUI pada <i>control station</i> menampilkan: <ul style="list-style-type: none"> • Posisi tiap armada • rpm tiap armada • Kondisi fault tiap armada • Level energi baterai tiap armada GUI ini akan dipantau dan dikendalikan oleh operator di <i>control station</i> .
<i>Control station</i> dapat melakukan penjadwalan.	Ada algoritma yang dapat mengatur penjadwalan operasi tiap armada.

Mengirimkan perintah dari <i>control station</i> untuk pengemudi melalui server.	<i>Control station</i> dapat mengirimkan perintah operasional ke armada setiap terjadi perubahan perintah.
Data yang dikirim dari armada ke <i>control station</i> dan dari <i>control station</i> ke armada aman.	Data-data komunikasi antara armada dan <i>control station</i> hanya dapat diakses oleh armada yang bersangkutan dan operator pada <i>control station</i> .
Menerima data dari armada untuk dikirim ke GUI pada <i>control station</i> .	Server dapat menerima 40 koneksi klien dengan tiap klien mengirimkan pesan tiap 0.8 detik. Server dapat meneruskan semua pesan yang diterima ke GUI dengan <i>latency</i> 10ms ^[1] dan sebaliknya.

2.3 Penjelasan fungsi, feature, dan verifikasi

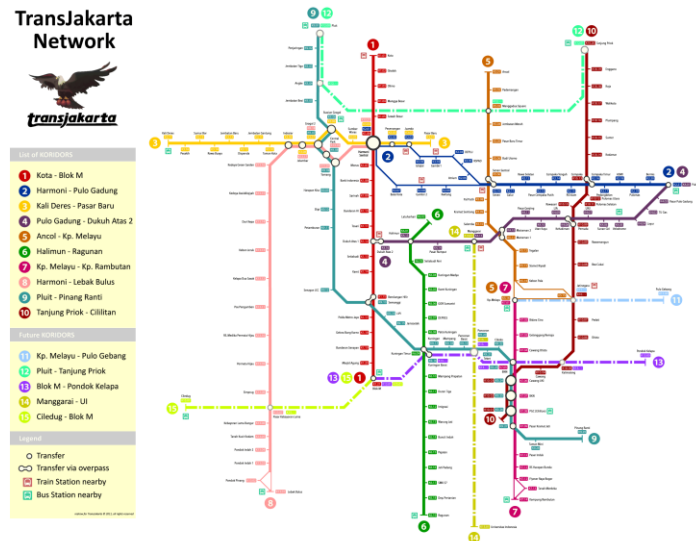
Fleet Monitoring and Control System pada *guided bus* memiliki empat fungsi utama, yaitu melakukan penjadwalan, memantau posisi armada, melakukan komunikasi antara armada dengan *control station*, serta memantau rpm kendaraan, kondisi fault, dan kondisi level energi baterai. Selain fungsi-fungsi utama ini, FMCS juga memiliki fitur *Graphical User Interface* (GUI) yang mudah digunakan. Pada bagian ini fungsi, fitur dan verifikasi sistem akan dijelaskan secara detail.

2.3.1 Fungsi

1. Melakukan penjadwalan keberangkatan armada. Penjadwalan yang dimaksud adalah mengendalikan kapan satu armada harus mulai berangkat, kapan suatu armada harus menunggu di halte, dan mengatur kecepatan armada. Penjadwalan ini penting untuk dilakukan agar tidak terjadi penumpukan armada pada satu halte. Selain itu, dengan sistem penjadwalan ini, ketepatan waktu keberangkatan armada juga lebih dapat dikendalikan.
2. Memantau parameter-parameter kondisi fisik kendaraan listrik. Parameter-parameter yang dipantau adalah rpm kendaraan, kondisi fault, dan kondisi level energi baterai. Pemantauan ini penting untuk menjaga armada agar tetap dalam kondisi aman.
3. Melakukan komunikasi antara armada dengan *control station*. Komunikasi ini dilakukan untuk keperluan penjadwalan keberangkatan tiap armada.
4. Memantau posisi armada. Pemantauan posisi ini penting agar sistem dapat menginterpretasikan posisi armada dengan baik, sehingga keputusan penjadwalan dapat dilakukan dari data posisi yang valid.

2.3.2 Fitur

1. *Graphical User Interface* (GUI) yang mudah digunakan. Untuk mempermudah operator melakukan pengawasan dan penjadwalan, GUI akan dibuat mudah untuk digunakan dan *user-friendly*. Pada GUI akan ditampilkan posisi armada, tidak hanya pada peta geografis, tetapi juga pada peta diagramatis, yaitu peta yang sudah dibentuk sedemikian rupa untuk menunjukkan koridor-koridor rute armada.



Gambar 1 Contoh peta diagramatik

2.3.3 Verifikasi

Verifikasi produk dilakukan secara bertahap. Tahap pertama adalah pengujian setiap komponen penyusun. Tahap terakhir adalah pengujian integrasi sistem dengan *hardware* asli dan kendaraan.

Pengujian setiap komponen penyusun

1. Pembacaan sensor posisi

Fungsi pengujian	Memastikan pembacaan posisi oleh sensor pada kontroler untuk menentukan posisi armada.
Input	Posisi sensor posisi.
Prosedur pengujian	Sensor posisi dihubungkan dengan kontroler, kemudian dilakukan <i>setting</i> sensor agar sensor mengeluarkan data posisi. Data yang dihasilkan kemudian dibaca dan dikonversikan ke posisi yang sesungguhnya dengan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan menggerakkan sensor posisi dan dibandingkan dengan posisi koordinat geografis sesungguhnya.
Hasil yang diharapkan	Hasil pembacaan sensor posisi memiliki besar <i>error</i> yang masih dapat ditoleransi.

2. Pembacaan data kondisi fisik kendaraan listrik

Fungsi pengujian	Memastikan pembacaan data rpm kendaraan, kondisi fault, dan kondisi level energi baterai oleh ECU bateraidengan kontroler.
Input	rpm kendaraan, kondisi fault, dan kondisi level energi baterai
Prosedur pengujian	ECU guided bus dipastikan sudah dapat mengeluarkan data rpm kendaraan, kondisi fault, dan level energi baterai. Data kemudian dibaca dan dilihat melalui terminal serial.

Hasil yang diharapkan	Hasil pembacaan data kondisi kendaraan listrik memiliki besar <i>error</i> yang masih dapat ditoleransi.
-----------------------	--

3. Mengirim data dari ECU *monitoring* ke server, dan sebaliknya

Fungsi pengujian	Memastikan ECU <i>monitoring</i> dapat mengirimkan data ke server dan sebaliknya.
Input	Data-data hasil pembacaan sensor pada <i>hardware</i> , <i>command</i> dari server.
Prosedur pengujian	Modul komunikasi dihubungkan dengan kontroler, kemudian diberikan perintah untuk mengirim <i>dummy data</i> ke server. Setelah data diterima server, dilihat waktu yang diperlukan untuk mengirimkan data tersebut. Server mengirimkan <i>dummy data</i> ke ECU <i>monitoring</i> , kemudian dilihat keberhasilan dan kecepatan pengiriman data.
Hasil yang diharapkan	Seluruh data dari <i>hardware</i> dapat dibaca pada server dan <i>hardware</i> dapat melakukan instruksi yang diperintahkan oleh server pada jangka waktu yang masih dalam batas toleransi (satu data per detik).

4. Penerimaan data dari server oleh GUI pada *control station*

Fungsi pengujian	Memastikan server terhubung/dapat berkomunikasi dengan <i>control station</i> .
Input	Data-data pada server.
Prosedur pengujian	<i>Control station</i> dihubungkan dengan server dan dipastikan ada data yang akan dibaca dari server. GUI meminta data dari server dan ditampilkan dalam bentuk teks. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan langsung data pada server dengan data yang ditampilkan pada GUI.
Hasil yang diharapkan	GUI dapat menampilkan data yang dikirim server dan tidak ada <i>error</i> .

5. Visualisasi data

Fungsi pengujian	Memastikan data yang diterima dari server dapat divisualisasikan pada GUI sesuai dengan yang diinginkan.
Input	Data-data dari server.
Prosedur pengujian	Data-data dari server dikonversi dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan data dalam bentuk teks dengan dalam bentuk grafis.
Hasil yang diharapkan	GUI dapat menampilkan data yang dikirim server dalam bentuk grafis.

Pengujian integrasi sistem dengan *hardware* asli dan kendaraan

Fungsi pengujian	Memastikan sistem dapat bekerja secara utuh pada keadaan sebenarnya.
Input	<ol style="list-style-type: none">1. Posisi ECU <i>monitoring</i>.2. Data energi baterai dan suhu baterai.3. <i>Command</i> dari <i>control station</i>.
Prosedur pengujian	<ol style="list-style-type: none">1. Memasang ECU <i>monitoring</i> secara tidak permanen pada kendaraan-kendaraan.2. Jika memungkinkan, memasang ECU <i>monitoring</i> pada mobil listrik.3. Melakukan simulasi perjalanan <i>guided bus</i> di sebuah koridor jalur <i>guided bus</i>.4. Memastikan keberterimaan informasi data dari ECU <i>monitoring</i> oleh <i>control station</i>.5. Memastikan kesesuaian lokasi kendaraan dengan tampilan visual GUI pada <i>control station</i>.6. Mengecek performansi penjadwalan.7. Mengirimkan <i>command</i> dari <i>control station</i>.8. Memastikan keberterimaan <i>command</i> dari <i>control station</i> oleh kendaraan.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none">1. Data dari mobil listrik dapat diambil dan dibaca oleh ECU <i>monitoring</i>.2. ECU <i>monitoring</i> dapat melakukan pelacakan posisi dan data-data kendaraan listrik dengan <i>error</i> yang masih dapat ditoleransi.3. Data dari ECU <i>monitoring</i> terkirim hingga dapat dibaca oleh <i>control station</i>.4. Penjadwalan berjalan sesuai dengan yang diinginkan.5. <i>Control station</i> dapat mengirimkan <i>command</i>.6. ECU <i>monitoring</i> dapat menerima <i>command</i> sesuai dengan yang dikirim oleh <i>control station</i>.

Cara demonstrasi sistem

Demonstrasi sistem ini akan dilakukan dengan cara membawa beberapa ECU *monitoring* berjalan mengikuti satu lintasan dengan menggunakan kendaraan yang akan dipantau posisinya, sementara data kondisi fisik kendaraan akan digantikan dengan *dummy data*. Salah satu dari ECU *monitoring* akan dipasang pada mobil listrik untuk memantau posisi dan kondisi fisik kendaraan yang sebenarnya.

Selain ECU *monitoring* yang dipasang pada kendaraan, akan digunakan juga *dummy data* posisi dan kondisi fisik yang dikirim ke *control station* bersamaan dengan kendaraan yang

melaju. *Dummy data* posisi dan kondisi fisik ini berfungsi untuk mensimulasikan sistem dengan banyak armada yang sedang beroperasi.

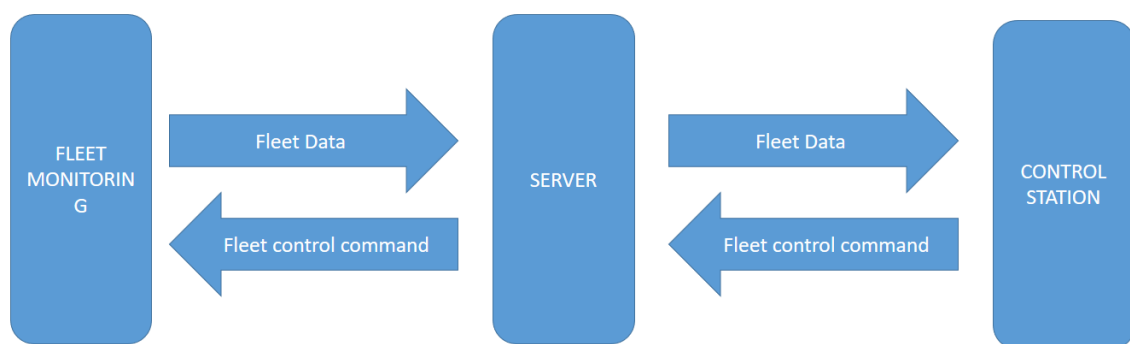
Pada *control station* akan ditampilkan posisi dari seluruh armada dalam bentuk peta diagramatis dan geografis dan kondisi fisik dari setiap armada.

Analisis toleransi

Pada implementasinya, untuk mencapai fungsi-fungsi dan spesifikasi yang diinginkan, ada beberapa komponen yang sangat menentukan performansi dari *fleet monitoring and control system*. Komponen-komponen tersebut adalah jaringan, server, metode komunikasi, prosesor yang digunakan dan komponen pelacak posisi. Komponen-komponen ini terkait satu sama lainnya untuk membangun *fleet monitoring and control system* yang *real-time* dan presisi.

Komponen jaringan, server dan metode komunikasi menentukan apakah sistem bisa *real-time* atau tidak. Untuk mengirim data dari *control station* ke armada dengan cepat, diperlukan jaringan komunikasi yang kuat dengan *bandwidth* yang cukup. Selain itu, besar data yang dikirimkan juga menentukan kecepatan pengiriman dan penerimaan data. Semakin ringan data yang dikirim, semakin cepat pula proses pengiriman data tersebut. Untuk menguji hal ini, akan dicoba beberapa jaringan berbeda dengan jenis server yang berbeda-beda juga, kemudian dianalisis kecepatan pengiriman dan penerimaan datanya.

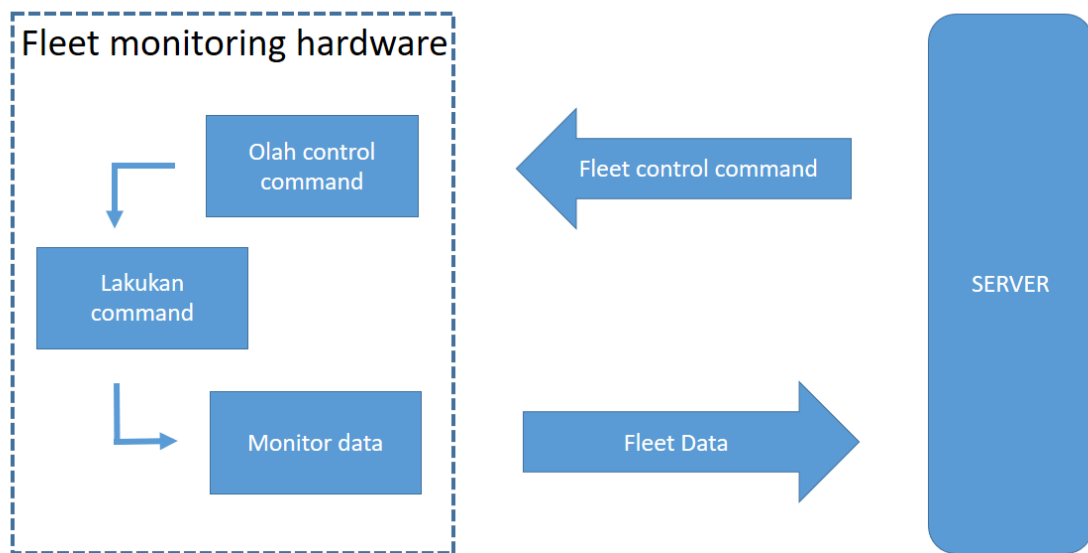
2.4 Design



Gambar 2 Diagram blok *fleet monitoring and control system*

Berdasarkan diagram diatas, sistem dapat dibagi mejadi dua sub-sistem, yaitu :

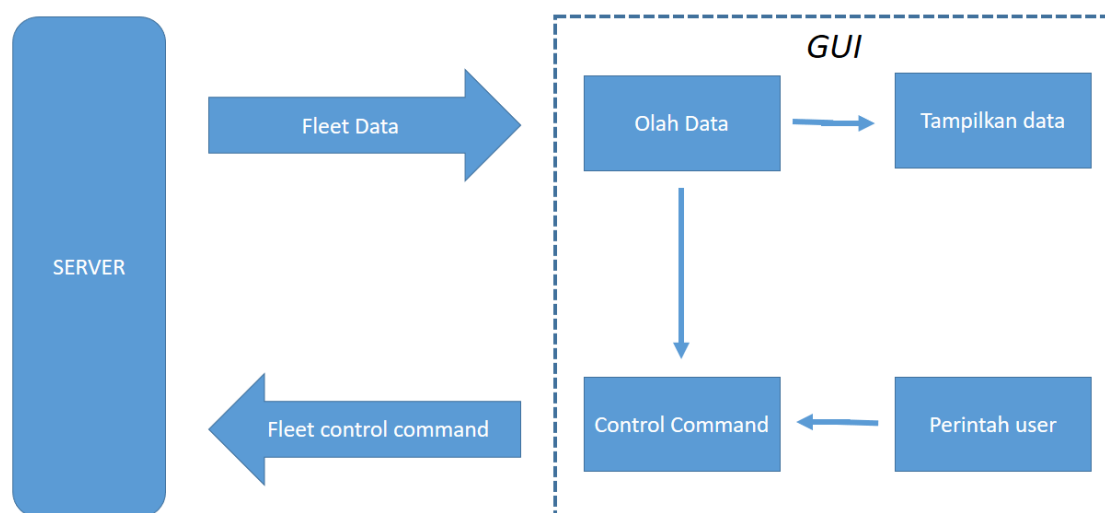
- Sub-sistem ECU *monitoring*
- Sub-sistem *Control Station*



Gambar 3 Diagram blok ECU *monitoring*

Diagram blok di atas menjelaskan cara kerja sistem komunikasi antara *control station* dan *hardware* pada armada. Mula-mula, *fleet control command* berupa perintah dari *control station* dienkripsi. Enkripsi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengkodekan data sedemikian rupa sehingga keamanan informasinya terjaga dan tidak dapat dibaca tanpa di dekripsi (kebalikan dari proses enkripsi, yaitu menerjemahkan kode menjadi informasi) dahulu. Setelah *fleet control command* dienkripsi, *command* ini dikirimkan ke armada yang dituju. Berikutnya *command* yang diterima oleh armada akan didekripsi untuk diterjemahkan menjadi informasi yang dibutuhkan. Terakhir, ECU *monitoring* yang ada pada armada memverifikasi *command* yang diterima untuk memastikan bahwa *command* tersebut benar berasal dari *control station* dan dieksekusi. *Command* tersebut dapat segera dijalankan oleh pengemudi setelah dipastikan bahwa *command* tersebut valid.

Control Station



Gambar 4 Diagram blok *control station*

Digram blok di atas menjelaskan cara kerja sistem *control station*. Mula-mula, *Fleet data* diterima oleh server, sebelumnya *fleet data* di enkripsi sebelum dikirim sehingga *control station* harus mendekripsi *fleet data* yang diterima. Kemudian, data dari server akan diteruskan ke *control station*. Setelah itu data diolah dan ditampilkan pada GUI. Hasil pengolahan data juga menentukan *fleet control command* yang akan dikirimkan kepada armada. *Control station* juga dapat memberikan perintah langsung pada armada. *Control command* akan dienkripsi setelah itu akan dikirimkan ke armada melalui server.

Berikut tabel karakteristik performansi fungsi dan fitur FMCS.

Tabel 2 Karakteristik performansi

Karakteristik	Parameter performansi yang diinginkan
Posisi	Data posisi memiliki <i>error</i> yang relatif kecil (pada 10 meter) terhadap jarak tempuh armada
Kecepatan pengiriman data	Data yang diperoleh dapat dikirim dengan cepat, minimal satu kali pengiriman per detik

2.5 Biaya dan Jadwal

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai biaya dan jadwal kerja secara garis besar untuk menyelesaikan *fleet monitoring and control system* pada *guided bus*.

2.5.1 Biaya Pengadaan *Hardware*, *Software* dan Produksi

Tabel 3 Perkiraan biaya

Jenis Item	Harga Satuan	Jumlah Item	Harga Total	Sumber
Baterai	Rp. 500.000,00	1	Rp. 500.000,00	
Modul <i>tracking</i> lokasi	Rp. 1.000.000,00	1	Rp. 1.000.000,00	
Modul komunikasi	Rp. 1.000.000,00	1	Rp. 1.000.000,00	
Kontroller	Rp. 500.000,00	1	Rp. 500.000,00	
Biaya produksi	Rp. 1.000.000,00	1	Rp. 1.000.000,00	
Packaging	Rp. 500.000,00	1	Rp. 500.000,00	
Biaya server[2]	Rp. 4.800.000,00	1	Rp. 4.800.000,00	
Total			Rp. 9.300.000,00	

2.5.2 Jadwal Kerja

Jadwal kerja yang direncanakan untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

TIMELINE KERJA FMCS																																						
No.	Task	PJ	2016												2017																							
			September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Dokumen B100	Tim																																				
2	Studi literatur dan pengamatan masalah	Tim																																				
3	Perumusan ide dan rancangan proyek sebagai solusi dari masalah	Tim																																				
4	Dokumen B200	Tim																																				
5	Analisis dan penurunan spesifikasi	Tim																																				
6	Identifikasi subsistem dan interaksi antar subsistem	Tim																																				
7	Penentuan batasan yang harus dicapai	Tim																																				
8	Dokumen B300	Tim																																				
9	Perancangan hardware sistem	Ali																																				
10	Perancangan server	Dehan																																				
11	Perancangan GUI	Aulia																																				
12	Integrasi antar subsistem 1	Tim																																				
13	Hardware in-the-loop simulation	Tim																																				
14	Dokumen B400	Tim																																				
15	Implementasi hardware	Ali																																				
16	Implementasi server	Dehan																																				
17	Implementasi GUI	Aulia																																				
18	Integrasi antar subsistem 2	Tim																																				
19	Dokumen B500	Tim																																				
20	Pengujian sistem berdasarkan spesifikasi dan batasan	Tim																																				
21	Revisi sistem	Tim																																				

Gambar 5 Jadwal kerja

Sebagai *milestone* untuk menyelesaikan *fleet monitoring and control system* pada *guided bus*, pada akhir mata kuliah Tugas Akhir 1 diharapkan GUI sudah dapat menampilkan posisi dari maksimal 40 armada secara *real-time* pada peta diagramatis maupun peta geografis. Selain itu juga diharapkan sistem sudah dapat menampilkan parameter-parameter kondisi baterai dari setiap armada. Dengan begitu, *proof of concept* dapat dilakukan dan diharapkan hasilnya sudah sesuai dengan yang diinginkan.

3 Lampiran