

Implementasi Modul *Global Positioning System* (Gps) pada Sistem *Tracking Bus Rapid Transit* (BRT) Lampung Menuju *Smart Transportation*

Yeti Yuniati¹, Melvi Ulvan², Mardiyah Azzahra³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jalan Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

Email: ¹yetti.yuniati@eng.unila.ac.id, ²melvi@eng.unila.ac.id, ³mardiyahazzahra31@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas sistem *tracking* pada *Bus Rapid Transit* (BRT) Trans Bandar Lampung menggunakan modul *Global Positioning System* (GPS) dengan pengiriman data posisi bus melalui *Short Message Service* (SMS), yang akan disimpan dan diolah oleh *data base*, sehingga dapat diketahui posisi bus tersebut dan ditampilkan pada suatu aplikasi web *Geographic Information System* (GIS). Pengujian sistem *tracking* bus terdiri dari pengambilan data pada setiap halte di sepanjang jalan rute Rajabasa – Sukaraja dengan memasang modul GPS di dalam bus dan didapatkan hasil toleransi kesalahan sebesar 51.0096 meter, perhitungan kecepatan rata-rata laju bus untuk mengetahui kepadatan lalu lintas kendaraan didapatkan jalan terpadat dari halte Ramayana ke halte Simpura Center serta dari halte Mall Kartini ke halte Telkom (pasar Bambu Kuning) dan waktu kedatangan bus dalam tiga waktu dengan menggunakan data waktu dan koordinat posisi bus yang telah didapatkan dengan hasil waktu terlama pada pukul 15.00 WIB dengan total waktu yang dibutuhkan dari Rajabasa ke Sukaraja dan kembali lagi ke Rajabasa sebesar 86.2574 menit, serta pengujian tampilan setiap halte di web GIS yang dapat dikunjungi pada halaman web <http://webgis.unila.ac.id>, berisi informasi yang berkaitan tentang BRT baik itu lokasi halte, jarak antar halte, waktu kedatangan BRT di setiap halte dan kepadatan lalu lintas kendaraan rute Rajabasa – Sukaraja.

Kata Kunci: *Bus Rapid Transit* (BRT), *Global Positioning System* (GPS), *Short Message Service* (SMS), *smart transportation*, web *Geographic Information System* (GIS)

ABSTRACT

This research is to discuss about the tracking system at the Bus Rapid Transit (BRT) Trans Bandar Lampung using the Global Positioning System (GPS) module with the delivery position data bus via Short Message Service (SMS), which will be stored and processed with data base, so that we can know the bus position and display in web application of Geographic Information System (GIS). Testing of bus tracking system consists of data collection at every bus stop and the road Rajabasa - Sukaraja by installing a GPS module in the bus and get the fault tolerance of 51.0096 meters, average speed calculation of bus rate to determine the density of vehicle traffic obtained busiest streets of bus stop Ramayana to bus stop Simpura Center and from the bus stop Mall Kartini to bus stop Telkom (Bambu Kuning market) and bus arrival time in three time using time data and position coordinates buses have been obtained by the results of the longest time at 15:00 pm by total time from Rajabasa to Sukaraja and back again to Rajabasa of 86.2574 minutes, and testing display of bus stop in GIS web can be seen with the page <http://webgis.unila.ac.id>, the web page contain of information about BRT like the bus stop location, the distance between bus stops, the arrival time of BRT at each bus stop vehicle density and the density of vehicle traffic routes Rajabasa - Sukaraja.

Keywords: *Bus Rapid Transit* (BRT), *Global Positioning System* (GPS), *Short Message Service* (SMS), *Smart transportation*, web *Geographic Information System* (GIS)

Corresponding Author:

Yetti Yuniati,
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik,
Universitas Lampung
Email: yetti.yuniati@eng.unila.ac.id

Pendahuluan

Latar Belakang

Trans Bandar Lampung merupakan salah satu transportasi umum *Bus Rapid Transit* (BRT) khusus daerah Bandar Lampung dan sekitarnya yang mempunyai beberapa rute yang telah beroperasi salah satunya yaitu rute Rajabasa – Sukaraja yang merupakan rute yang cukup panjang tetapi waktu yang diperlukan untuk bus tiba di setiap halte tidak dapat diprediksi. Belum terdapat data informasi yang jelas mengenai waktu kedatangan BRT Trans Lampung tersebut, menyebabkan lebih banyak masyarakat Lampung yang lebih memilih menggunakan kendaraan pribadi sehingga menyebabkan beberapa permasalahan, seperti kemacetan pada saat jam-jam sibuk dan pemborosan bahan bakar minyak. Berdasarkan alasan tersebut, maka dibuatlah sistem di mana segala informasi yang berkaitan tentang BRT baik itu waktu kedatangan BRT di setiap halte maupun data trayek BRT yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna BRT.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Mendapatkan data koordinat *latitude* dan *longitude* pada setiap halte serta posisi bus.
2. Menghitung jarak dan waktu kedatangan bus berdasarkan data koordinat GPS yang didapat.
3. Mengetahui kepadatan lalu lintas kendaraan pada jalan rute Rajabasa-Sukaraja.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengimplementasikan modul GPS sebagai media untuk mendapatkan data koordinat *latitude* dan *longitude* sehingga dapat ditelusuri laju bus dan didapatkan sebuah sistem *tracking* transportasi yang akan dapat dipetakan yang di dalamnya terdapat informasi halte bus, waktu kedatangan bus dan trafik kepadatan kendaraan pada jalan rute Rajabasa - Sukaraja.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana membangun suatu sistem informasi untuk mengetahui lokasi beberapa halte dan posisi mengenai BRT di Lampung dan mengetahui setiap waktu kedatangan bus di setiap halte.

Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Rute bus yang digunakan hanya mencakup dari Rajabasa ke Sukaraja.
2. Menghitung jarak dan waktu kedatangan bus berdasarkan data koordinat GPS.
3. Proses pengiriman data dari GPS ke *data base* menggunakan modul GSM melalui SMS.

Tinjauan Pustaka

Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi radio berbasis satelit dikembangkan dan dioperasikan oleh departemen pertahanan Amerika Serikat. Pesawat penerima GPS menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi yang hendak ditentukan dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya (3×10^8 meter/detik) untuk menentukan secara tepat berapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit, dengan menggunakan sinyal yang dikirim oleh satelit minimal tiga sinyal dari satelit yang berbeda, pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu posisi lintang (*latitude*) dan bujur bumi (*longitude*). Penggunaan sinyal satelit yang keempat membuat pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap rata-rata permukaan laut dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi [8].

Jarak Antara Dua Titik Koordinat *Latitude* dan *Longitude*

Jarak antara dua titik koordinat *latitude* dan *longitude* dapat dihitung melalui persamaan berikut [11].

1. Radian Sudut Koordinat =
$$\text{nilai } latitude / longitude \times \pi / 180 \quad (1)$$
2. Nilai \cos dari jarak $d = \sin(\text{radian } latitude 1) \times \sin(\text{radian } latitude 2) + \cos(\text{radian } latitude 1) \times \cos(\text{radian } latitude 2) \times \cos(\text{radian } longitude 1 - \text{radian } longitude 2) \quad (2)$
3. Radian sudut $d = \arccos(\cos(d)) \quad (3)$

4. **Jarak antara dua titik koordinat (r)**

$$= \text{jari-jari bumi } (6378.137) * \text{sudut } (d)$$
 (4)

Perhitungan kecepatan laju bus dilakukan untuk mengetahui estimasi waktu kedatangan bus di setiap halte.

Kecepatan laju bus antar halte

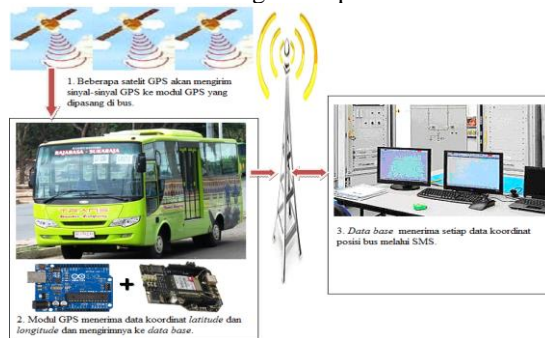
$$= \frac{\text{jarak antar halte}}{\text{waktu yang dibutuhkan ke halte berikutnya}}$$
 (5)

Estimasi waktu kedatangan bus dari setiap halte

$$= \frac{\text{jarak antar halte}}{\text{kecepatan rata-rata ke antar halte}}$$
 (6)

Metode penelitian

Sistem *tracking* bus merupakan suatu sistem untuk menelusuri jalannya bus yang telah dipasang modul GPS untuk mengetahui posisi bus tersebut.



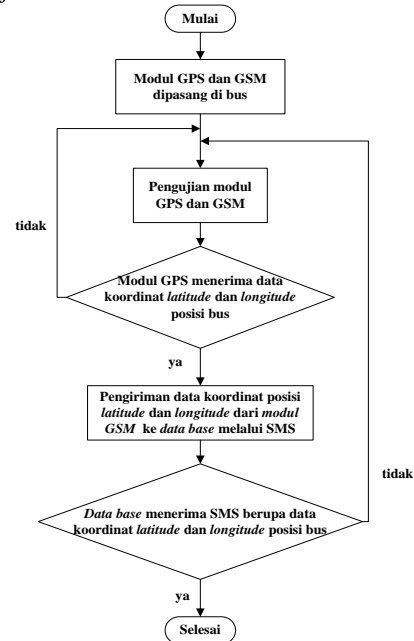
Gambar 1. Sistem *Tracking* Bus

Gambar 1 menunjukkan sistem *tracking* bus, di mana beberapa satelit GPS akan mengirim sinyal-sinyal GPS ke modul GPS yang dipasang di bus (1) dan modul GPS menerima sinyal-sinyal satelit GPS tersebut dan mengolahnya dalam bentuk data waktu dan koordinat *latitude* dan *longitude* untuk dikirim ke *data base* melalui SMS menggunakan modul GSM (2). *Data base* akan menerima setiap data-data koordinat *latitude* dan *longitude* posisi bus (3).

Uji coba alat *tracking* pada bagian bus yang dipasang GPS untuk pengambilan data koordinat posisi setiap halte serta posisi yang dilewati bus, dengan indikator keberhasilan uji coba alat *tracking* bus adalah modul GPS dapat menerima data posisi dari satelit dan arduino dapat mengolah data posisi yang didapat dari modul GPS dan mengirimnya ke *data base* melalui SMS menggunakan modul GSM. Output yang dihasilkan berupa *text message* yang berisi data waktu, serta koordinat *latitude* dan *longitude*.

Diagram alir sistem *tracking* bus ditunjukkan pada Gambar 2. Langkah awal yaitu bus dipasang

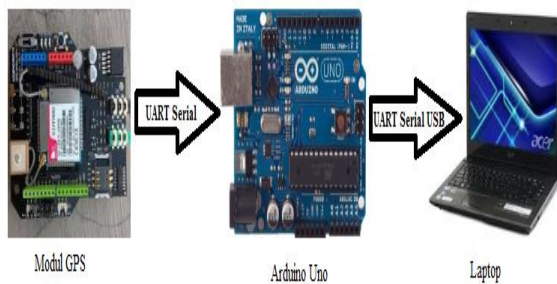
modul GPS dan GSM, selanjutnya pengujian modul GPS dan GSM. Apabila modul GPS mendapatkan data posisi koordinat *latitude* dan *longitude* bus tersebut, maka GPS akan mengirim data posisi koordinat *latitude* dan *longitude* bus tersebut ke *data base* melalui SMS. Apabila *data base* tidak menerima SMS berupa data koordinat *latitude* dan *longitude* posisi bus, maka akan kembali ke pengujian modul GPS dan GSM.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem *Tracking* Bus

Hasil dan Pembahasan

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Indikator keberhasilan dari uji coba alat *tracking* bus adalah modul *Global Positioning System* (GPS) dapat menerima data posisi koordinat dari satelit dan arduino dapat mengolah data posisi koordinat yang didapat dari modul GPS dan mengirimkannya ke *data base* melalui *Short Message Service* (SMS) menggunakan modul GSM. Output yang dihasilkan berupa *text message* yang berisi data waktu, serta koordinat *latitude* dan *longitude*. Pengujian alat yang dilakukan meliputi pengujian modul GPS dan pengiriman data posisi melalui SMS. Metode pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Komunikasi serial modul GPS terhubung dengan arduino. Data yang diterima oleh arduino akan dikirim ulang ke laptop melalui komunikasi data serial UART USB. Laptop melihat data tersebut menggunakan serial monitor dari *software* Arduino sehingga dapat mengetahui data koordinat *latitude* dan *longitude* yang diterima oleh modul GPS.

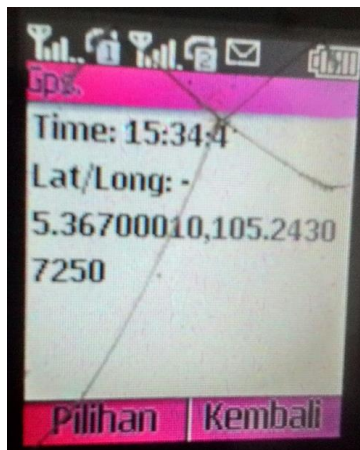


Gambar 3. Komunikasi UART antara Modul GPS, Arduino Serta Laptop

Pengujian pengiriman data dari modul GPS ke arduino bertujuan untuk menguji komunikasi data *Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) Universal Serial Bus (USB)* antara modul GPS dan arduino dengan laptop. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini dibuat dengan pemrograman bahasa C untuk program di arduino.

Pengujian Modul GSM

Pengujian modul GSM bertujuan untuk menguji pengiriman data koordinat *latitude* dan *longitude* posisi bus, yang didapat oleh modul GPS yang telah diproses oleh arduino. Apabila data sudah tersedia, maka arduino akan memerintah modul GSM untuk mengirimkan data tersebut melalui SMS yang berisi waktu serta *latitude* (lat) dan *longitude* (long). Hasil pengujian modul GSM mengirim SMS ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengiriman Data Waktu dan Koordinat Modul GSM Melalui SMS

Pegujian pengambilan data koordinat *latitude* dan *longitude* di setiap halte rute Rajabasa – Sukaraja menggunakan modul GPS dan GSM, yang bertujuan untuk mengetahui jarak antar halte serta estimasi waktu kedatangan bus di setiap halte. Data koordinat *latitude* dan *longitude* di setiap halte diambil menggunakan modul GPS, setelah itu data dikirim melalui SMS menggunakan modul GSM.

Data koordinat *latitude* dan *longitude* yang didapat dimasukkan menggunakan referensi dari *google earth*. Apabila cocok dengan posisi halte yang ditampilkan maka data diambil, jika tidak maka dilakukan ulang pengambilan data. Hasil pengujian pengambilan data koordinat *latitude* dan *longitude* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengambilan Data Koordinat *Latitude* dan *Longitude* di Setiap Halte Rute Rajabasa – Sukaraja.

No.	Nama Halte	Latitude	Longitude
1	Terminal Rajabasa	-5.36747821	105.23742198
2	Unila	-5.36690618	105.24308947
3	UMITRA	-5.37331618	105.24103764
4	Maruman Siger (MBK)	-5.38289481	105.25955885
5	FIF	-5.38794191	105.26177163
6	RS Advent	-5.39210585	105.26203259
7	Ramayana	-5.41006652	105.25864083
8	Simpur Center	-5.41391191	105.25836763
9	Fajar Agung	-5.41678199	105.25831122
10	Beadang II	-5.42354712	105.25839594
11	Kantor Walikota	-5.42869514	105.26106895
12	Ikan Julung 1	-5.44498718	105.27751922
13	Terminal Sukaraja	-5.44364023	105.28621673
14	Simpang Hasanuddin	-5.44719019	105.27001249
15	Bank Mandiri	-5.44901997	105.26628864
16	Bank UOB	-5.44836997	105.26190948
17	Diponegoro 2	-5.43656397	105.26458173
18	Masjid Al Furqon	-5.42853918	105.26080633
19	PLN Teluk	-5.42380415	105.25840507
20	Central Plaza	-5.41989219	105.25258979
21	BNI Mall Kartini	-5.41645316	105.25425364
22	Telkom (pasar BK)	-5.41143493	105.25630806
23	Pasar Koga	-5.39226808	105.26187263
24	Ganasha Operation	-5.38670815	105.26132316
25	Telukrat	-5.38211802	105.25796486
26	Darmajaya	-5.37664577	105.24927746
27	Mall Lampung (BNI)	-5.37082612	105.23839139

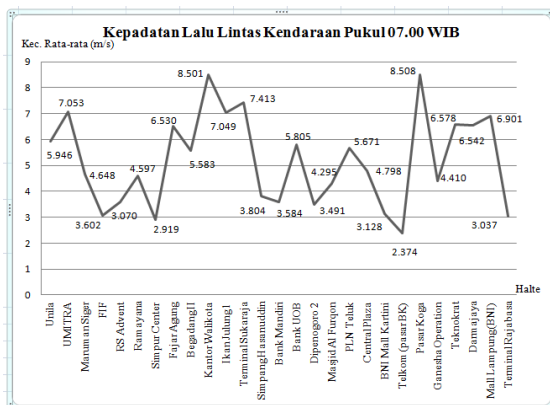
Hasil pengujian pengambilan data koordinat *latitude* dan *longitude* di setiap halte rute Rajabasa – Sukaraja menunjukkan nilai *latitude* sebesar -5° lintang selatan dan nilai *longitude* sebesar 105° bujur timur, hal ini sesuai dengan letak geografis wilayah Bandar Lampung dengan toleransi kesalahan sebesar 51,0093 meter.

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan jarak antar halte serta rata-rata kecepatan laju bus melalui perhitungan-persamaan (1) hingga (5).

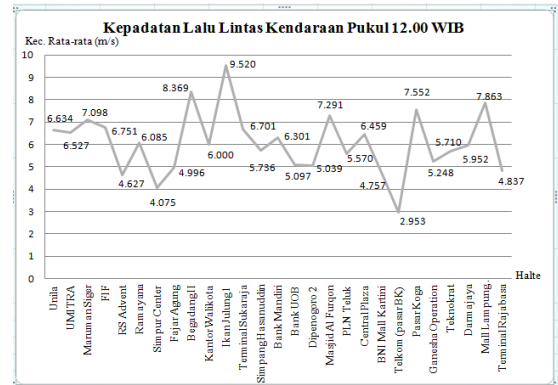
Tabel 2. Hasil Perhitungan Jarak Antar Halte Rute Rajabasa – Sukaraja

Dari Halte	Ke Halte	Hasil Perhitungan Jarak (meter)
Terminal Rajabasa	Unila	1302.056991
Unila	UMITRA	906.540493
UMITRA	Maruman Siger (MBK)	2313.121081
Maruman Siger (MBK)	FIF	613.030710
FIF	RS Advent	464.429070
RS Advent	Ramayana	2034.400706
Ramayana	Simpur Center	429.136257
Simpur Center	Fajar Agung	319.557001
Fajar Agung	Bagadang II	753.149355
Bagadang II	Kantor Walikota	645.107741
Kantor Walikota	Ikan Julung 1	3169.063875
Ikan Julung 1	Terminal Sukaraja	975.428052
Terminal Sukaraja	Simpang Hasanuddin	1838.676415
Simpang Hasanuddin	Bank Mandiri	460.197399
Bank Mandiri	Bank UOB	554.562783
Bank UOB	Diponegoro 2	1564.262560
Diponegoro 2	Masjid Al Furqon	986.438575
Masjid Al Furqon	PLN Teluk	640.169227
PLN Teluk	Central Plaza	896.993453
Central Plaza	BNI Mall Kartini	424.923298
BNI Mall Kartini	Telkom (pasar BK)	603.241758
Telkom (pasar BK)	Pasar Koga	2220.979119
Pasar Koga	Ganasha Operation	621.917154
Ganasha Operation	Telнократ	632.155178
Telнократ	Darmajaya	1139.343543
Darmajaya	Mall Lampung (BNI)	1369.435449
Mall Lampung (BNI)	Terminal Rajabasa	502.457631

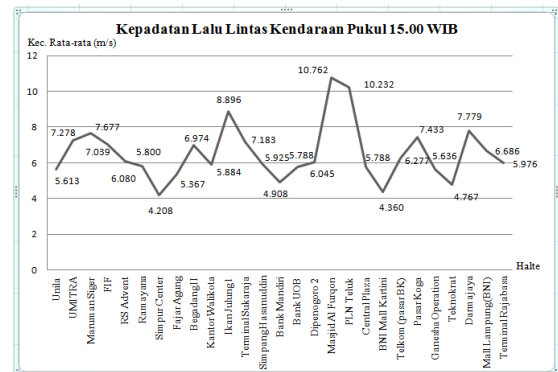
Hasil perhitungan rata – rata kecepatan laju bus didapatkan dari hasil perhitungan jarak antar halte (data Tabel 2) dibagi dengan waktu tiba bus di setiap halte menggunakan Persamaan (5), sehingga dapat digambarkan grafik kepadatan lalu lintas kendaraan rute Rajabasa – Sukaraja dalam tiga waktu seperti ditunjukkan pada Gambar 5, 6 dan 7, dengan asumsi bahwa supir bus mengikuti kecepatan kepadatan lalu lintas kendaraan lain.



Gambar 5. Kepadatan Lalu Lintas Kendaraan Rute Rajabasa - Sukaraja Pukul 07.00 WIB



Gambar 6. Kepadatan Lalu Lintas Kendaraan Rute Rajabasa - Sukaraja Pukul 12.00 WIB



Gambar 7. Kepadatan Lalu Lintas Kendaraan Rute Rajabasa - Sukaraja Pukul 15.00 WIB

Trafik kendaraan terpadat rute Rajabasa - Sukaraja pada pukul 07.00 WIB dan pukul 12.00 WIB yaitu dari halte Mall Kartini ke halte Telkom Bambu Kuning dengan kecepatan rata-rata 2.374 meter per detik dan 2.953 meter per detik, dan pada pukul 15.00 WIB dari halte Ramayana ke halte Simpur Center dengan kecepatan rata-rata 2.293 meter per detik.

Estimasi waktu kedatangan bus di setiap halte rute Rajabasa – Sukaraja pada saat pukul 15.00 WIB yang merupakan waktu terlama dibandingkan saat pukul 07.00 WIB dan pukul 12.00 WIB menggunakan Persamaan (6) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Estimasi Waktu Kedatangan Bus di Setiap Halte.

Dari Halte	Ke Halte	Estimasi Waktu Kedatangan Bus Pukul 07.00 WIB (menit)	Estimasi Waktu Kedatangan Bus Pukul 12.00 WIB (menit)	Estimasi Waktu Kedatangan Bus Pukul 15.00 WIB (menit)
Terminal Rajabasa	Unila	3.64997786	3.27116	4.232731
Unila	UMITRA	2.14213622	2.314866	2.458874
UMITRA	Maruman Sigar	7.3051018	5.431147	5.413534
Maruman Sigar	FIF	2.20660651	1.51344	1.914894
FIF	RS Advent	1.68253236	1.672861	1.7552
RS Advent	Ramayana	6.53661195	5.572285	6.745155
Ramayana	Simpur Center	2.06486226	1.755142	1.699875
Simpur Center	Fajar Agung	0.81818182	0.941997	1.413043
Fajar Agung	Beasadang II	1.74779319	1.841157	2.080925
Beasadang II	Kantor Walikota	1.48782789	1.792002	2.181818
Kantor Walikota	Ikan Julung 1	8.18115391	5.805051	5.523697
Ikan Julung 1	Terminal Sukaraja	2.44901405	2.047475	2.263242
Terminal Sukaraja	Simpang Hasanuddin	6.92409079	4.866466	6.693853
Simpang Hasanuddin	Bank Mandiri	1.89296225	1.001569	2.565081
Bank Mandiri	Bank UOB	1.29520996	1.532431	1.596774
Bank UOB	Dipenogoro 2	6.36777367	4.126226	5.097916
Dipenogoro 2	Masjid Al Furaon	3.47496318	2.255037	2.049574
Masjid Al Furaon	PLN Teluk	1.60907272	1.915431	2.396332
PLN Teluk	Central Plaza	2.43050393	2.101124	3.248039
Central Plaza	BNI Mall Kartini	1.7904729	1.264227	3.088573
BNI Mall Kartini	Telkom (pasar BK)	2.66389265	2.970965	2.157122
Telkom (pasar BK)	Pasar Koga	4.56438037	5.252927	5.526049
Pasar Koga	Ganasha Operation	2.16091353	1.843455	2.370005
Ganasha Operation	Teknokrat	1.71507863	1.857458	3.207924
Teknokrat	Darmajaya	2.88613544	2.965329	2.833693
Darmajaya	Mall Lampung (BNI)	3.54967898	2.855651	3.851001
Mall Lampung (BNI)	Terminal Rajabasa	2.16465456	1.793594	1.892473
Jumlah waktu yang dibutuhkan (menit)		85.7615834	72.56047	86.2574

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Data koordinat posisi bus didapatkan nilai *latitude* dan *longitude* dari hasil proses triangulasi sinyal satelit yang diterima sebanyak 10 satelit GPS dengan toleransi kesalahan sebesar 51,0093 meter.
2. Estimasi perkiraan waktu kedatangan bus ke setiap halte didapatkan waktu terlama pada

pukul 15.00 WIB dengan total waktu yang dibutuhkan dari Rajabasa ke Sukaraja dan kembali lagi ke Rajabasa sebesar 86.2574 menit, dan dapat dilihat pada alamat web <http://webgis.unila.ac.id>.

3. Trafik kendaraan terpadat rute Rajabasa - Sukaraja pada pukul 07.00 WIB dan pukul 12.00 WIB yaitu dari halte Mall Kartini ke halte Telkom Bambu Kuning dengan kecepatan rata-rata 2.374 meter per detik dan 2.953 meter per detik, dan pada pukul 15.00 WIB dari halte Ramayana ke halte Simpur Center dengan kecepatan rata-rata 2.293 meter per detik.

Saran

Perkembangan penelitian selanjutnya agar sistem *tracking* pada BRT Trans Bandar Lampung ini ditambahkan *data base* untuk menyimpan segala informasi mengenai lokasi halte dan posisi bus serta dibuat aplikasi berbasis web dan android yang lebih lengkap untuk dapat memonitoring posisi bus yang selanjutnya dapat digunakan oleh pengguna bus, serta memperluas cakupan rute BRT di Bandar Lampung.

Daftar Pustaka

- [1] Shah, M. N., et al. 2017. *Assessment of Ahmedabad (India) and Shanghai (China) on Smart City Parameters Applying the Boyd Cohen Smart City Wheel*. Proceedings of the 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate. Y. Wu, S. Zheng, J. Luo et al. Singapore, Springer Singapore: 111-127.
- [2] Melvi, dkk. 2015. *Smart City – Smart Mobility: A Conceptual Framework Of City development Through Open Data*, Book Chapter. ISBN: 978-602-73260-0-2.
- [3] Sayekti, H., 2015. *Amsterdam Smart City dalam Konteks Sustainable Amsterdam*. Penelitian. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [4] Kourtit, Karima dan Nijkamp, Peter. 2012. *Smart Cities in The Innovation Age. The European Journal of Social Science Research*, Vol. 25, Juni 2012, 93-95. Routledge. ISSN 1469-8412.
- [5] Dwiyanti, Murie, dkk. 2011. *Aplikasi GPS Berbasis GSM Modem pada Monitoring Bus*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [6] Al-Khedher, Mohammad A. 2011. *Hybrid GPS-GSM Localization of Automobile Tracking System*. Al-Balqa Applied University. Jordan.
- [7] Wijaya, Surya Purba, dkk. 2010. *Alat Pelacak Lokasi Berbasis GPS Via Komunikasi Seluler*. Universitas Diponegoro. Semarang.

- [8] Abidin, Zainal Hasanuddin. 2002. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Pradnya Paramita. Jakarta. ISBN 979-408-377-1.
- [9] Mouchili, Mama. 2008. *Mathematical Modelling of The Global Positioning System Tracking Signals*. Blekinge Institute of Technology. Sweden. Thesis No: 2008 – 6.
- [10] Wells, David. 1987. *Guide to GPS Positioning*. University of New Brunswick Graphic Services. Canada. ISBN: 0-920-114-73-3.
- [11] Sari, Wahyuni Eka. 2013. *Penerapan JQuery Mobile dan PHP Data Object pada Aplikasi Pencarian Lokasi Tempat Ibadah di Yogyakarta*. Yogyakarta. ISSN: 2338-6304.
- [12] Dedy, GNR. 2008. *Atlas Lengkap Indonesia dan Dunia*. Pustaka Widyatama. Yogyakarta. ISBN: 978-979-610-232-7.