

SISTEM PELAPORAN JUMLAH PENUMPANG BUS UMUM VIA SMS BERBASIS MIKROKONTROLER

Muhammad Arrofiq¹, Dody Suryo Permadi², Suwardo³

¹Teknik Elektro, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV, Yogyakarta, 55281, Telp 0274 561111

³ Teknik Sipil, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV, Yogyakarta, 55281, Telp 0274 545193
Email: rofiq@ugm.ac.id

Abstrak

Makalah ini memaparkan studi pengembangan sistem pelaporan penumpang bus untuk memudahkan sistem pencacahan jumlah penumpang bus (passenger counting system) sehingga data penumpang dapat diperoleh dengan cara cepat, tersimpan secara elektronik dan mudah dilakukan analisis untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan pelayanan angkutan umum bus. Karakteristik penumpang bus yang penting antara lain daerah konsentrasi dan jumlah penumpang naik, daerah konsentrasi dan jumlah penumpang turun, dan jumlah penumpang yang berada dalam bus. Informasi-informasi tersebut merupakan sumber data pendukung keputusan dalam mengelola dan mengembangkan pelayanan transportasi umum yang baik. Terdapat beberapa sistem yang telah digunakan, antara lain menggunakan kartu elektronik dan sistem pencatatan kertas. Pada sistem pencatatan menggunakan kertas, umumnya terdapat 2 petugas. Petugas pertama melakukan pencatatan berada pada halte sedangkan petugas kedua yang memberikan informasi penumpang berada di dalam bus. Pada kondisi jumlah penumpang padat, petugas yang berada di dalam bus sibuk mengatur penumpang turun dan mengarahkan penumpang yang naik sehingga jumlah penumpang yang berada di dalam bus sering tidak diinformasikan kepada petugas yang berada di halte. Keadaan tersebut membuat data pergerakan penumpang tidak valid. Sistem pelaporan yang dikembangkan dalam studi ini akan mendeteksi posisi bus, dengan bantuan operator akan mencatat jumlah penumpang yang naik, turun dan mengirimkan informasi lokasi serta jumlah pergerakan penumpang tersebut ke pusat pengolahan data melalui pesan SMS. Sistem terdiri dari sistem mikrokontroler, modul global positioning system (GPS), modul Global System for Mobile communications (GSM), tombol tekan dan LCD. Berdasarkan hasil pengujian dengan bantuan operator yang ada di dalam bus, informasi pergerakan penumpang pada setiap halte untuk satu bus dapat tercatat dengan baik sehingga dapat memberikan informasi penting dalam pengambilan keputusan pengembangan transportasi umum bus.

Kata kunci: Pencatatan; GPS; GSM; mikokontroler

Pendahuluan

Angkutan bus merupakan salah moda transportasi darat yang populer dan dapat dijumpai di daerah perkotaan maupun luar kota. Penggalakan atau kampanye penggunaan bus sebagai moda transportasi umum merupakan salah satu tindakan dalam rangka mengurangi tingginya arus lalu lintas darat. Dengan peningkatan sarana dan prasarana transportasi bus, diharapkan akan dapat menarik masyarakat untuk menggunakan moda transportasi umum tersebut. Di sisi lain, penyedia jasa transportasi harus mengenal karakteristik penumpang bus. Karakteristik penumpang yang penting antara lain daerah konsentrasi dan jumlah penumpang naik, daerah konsentrasi dan jumlah penumpang turun, dan jumlah penumpang yang berada dalam bus. Informasi-informasi tersebut merupakan sumber data pendukung keputusan dalam mengelola dan mengembangkan pelayanan transportasi umum yang baik.

Guna melakukan monitoring dan evaluasi pelayanan angkutan bus dalam rangka meningkatkan kualitas pelayanan pada masa mendatang maka kebutuhan akan data tentang jumlah penumpang bus adalah sangat vital. Salah satu pendekatan untuk mengestimasi permintaan penumpang bus pada tingkat pelayanan standar adalah metode elastisitas dan persepsi kualitas tingkat pelayanan. Dalam hal ini elastisitas jumlah penumpang bus dengan mudah dikaji berdasarkan adanya perubahan karakteristik pelayanan. Sebagai contoh, apabila diketahui rekaman data tentang jumlah penumpang bus pada keadaan pelayanan yang berbeda (*fare*, frekuensi/*headway*, waktu tempuh,

waktu tunggu, *walk time (access time)*, *in-vehicle time*, dan sebagainya, maka dengan mudah dapat dilakukan upaya manajemen angkutan bus yang berorientasi pada jumlah penumpang (*demand*).

Pencacahan penumpang yang menggunakan pelayanan bus sangat penting dilakukan. Tujuan pencacahan penumpang adalah untuk mengetahui berapa jumlah penumpang menggunakan pelayanan angkutan umum bus. Secara rasional pencacahan jumlah penumpang bus itu perlu dilakukan karena bermanfaat antara lain untuk:

- a. Menentukan alokasi dana pemerintah (*grant*) untuk pengoperasian bus
- b. Menetapkan karakteristik perubahan pelayanan bus
- c. Memudahkan mengevaluasi kinerja/keberhasilan perusahaan/operator bus

Berdasarkan kepentingan itu maka sistem pencacahan penumpang sangat perlu dikembangkan sesuai dengan konteks kebutuhan dan sumber daya yang ada.

Berdasarkan uraian di atas pengembangan sistem pelaporan jumlah penumpang (berbasis elektronik) perlu dilakukan guna memudahkan manajemen angkutan umum bus. Sistem pelaporan jumlah penumpang pada setiap halte bus merupakan informasi penting bagi penyedia jasa transportasi umum bus. Informasi tersebut sangat berperan dalam upaya peningkatan layanan bus, antara lain apakah jumlah bus perlu ditambah, apakah jumlah halte di daerah tertentu perlu ditambah dan lain sebagainya. Peningkatan metode pencatatan tanpa menambah jumlah operator yang bekerja perlu diwujudkan dalam rangka mendapatkan karakteristik penumpang sebuah moda transportasi umum darat.

Tujuan pengembangan sistem pelaporan penumpang bus adalah untuk memudahkan sistem pencacahan jumlah penumpang bus (*passenger counting system*) sehingga data penumpang dapat diperoleh dengan cara cepat, tersimpan secara elektronik dan mudah dilakukan analisis untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan pelayanan angkutan umum bus.

Studi Pustaka

- a. Estimasi permintaan penumpang bus (*ridership*)

Dalam memprediksi jumlah permintaan penumpang bus terdapat tiga faktor penting yaitu tipe pelayanan bus, skala pelayanan, dan kuantitas pelayanan (penyediaan). Tipe pelayanan bus digambarkan oleh sifat-sifat pelayanan dan karakteristik operasi misalnya rute tetap berhenti sembarang, rute tetap berhenti pada halte, rute bercampur lalu lintas umum, *bus priority* di simpang, *busway (dedicated lane or exclusive bus lane)*, *contra flow bus lane*, dan sebagainya. Skala pelayanan bus meliputi luasnya wilayah cakupan pelayanan (jumlah dan panjang rute) dan jangka waktu operasi dalam sehari. Kuantitas penyediaan bus ditunjukkan oleh faktor-faktor seperti jumlah bus beroperasi dalam sehari, frekuensi pelayanan, *bus capacity*, *regular bus*, *double decker bus*, *trolley bus*, dan sebagainya.

- b. Karakteristik jenis pelayanan bus dan produktivitas pelayanan

Di kota-kota besar dunia, seperti Boston di Massachusetts beberapa ciri utama angkutan bus pada jalur jalan menunjukkan produktivitas yang tinggi (lihat Tabel 1). Sementara itu, pada umumnya untuk mengkaji manfaat pelayanan bus digunakan ukuran-ukuran produktivitas seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Ciri-ciri utama angkutan bus pada jalur di kota-kota besar dunia

Jenis moda	Lebar lajur tipikal	Kapasitas bus (<i>seats</i>)	Kecepatan operasi tipikal (km/jam)	Volume penumpang per jam tipikal (penumpang per arah per jam)
<i>Bus, local</i>	3,7 m	40-60	<i>On surface streets</i> 15-48	2,000-3,000
<i>Bus, express</i>	3,7 m	40-50	<i>On freeways</i> 48-100 <i>On surface streets</i> 15-48	3,000-5,000
<i>Bus Rapid Transit</i>	3,7 m	40-50	<i>On separate lane</i> 48-100	4,000-8,000

Sumber: Schoon, J.G. (1996)

Tabel 2. Ukuran produktivitas yang dapat dirujuk oleh pelayanan bus

No	Ukuran produktivitas	Satuan
1	Jumlah pengguna bus dalam sehari	Penumpang per hari
2	Jumlah bus beroperasi dalam sehari	Bus per hari
3	Volume penumpang pada jam sibuk (<i>peak hour bus volume</i>)	Penumpang trip per jam (sibuk)
4	Frekuensi pelayanan per jam	Bus per jam
5	Jumlah bus berpenumpang padat (faktor muatan > 70%) dalam sehari	Bus per hari

Sumber: The World Bank (1997).

c. Pencacahan penumpang konvensional dan otomatis

Banyak operator bus hanya melakukan pencacahan secara konvensional (manual) yaitu dengan tenaga manusia (*manual checkers*). Kekurangan metode manual ini adalah adanya faktor kesalahan manusia (*human error*), yang disebabkan karena mudah lelah, memerlukan waktu (pengolahan data) lama untuk jumlah bus yang banyak.

Sistem pencacahan penumpang bus otomatis sudah dikenal sejak tahun 1990-an, misalnya *directional passenger counting* (Infodev, 1995). Sistem tersebut terus diperbaiki dan ditingkatkan akurasinya hingga mencapai 97-98% (di atas 95% adalah akurat). Keunggulan sistem pencacahan penumpang bus ini adalah sangat handal (reliabilitas tinggi), beroperasi tiap hari sepanjang waktu (tanpa istirahat), dan tidak mengalami kelelahan.

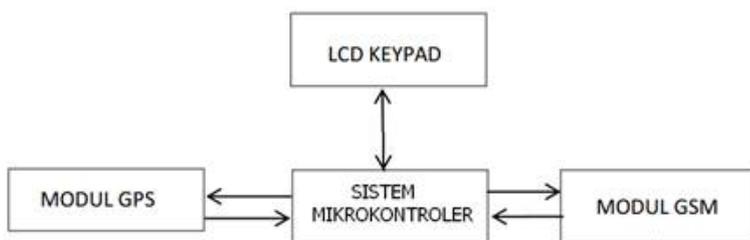
d. Pendeteksian dan pencacahan penumpang

Proses pendeteksian dan pencacahan jumlah penumpang yang naik maupun turun pada sebuah bus (Tao Yang et al 2010 dan T Yahiaoui et al, 2010), hall (Ning Liu et al, 2006) dan elevator (Hong Liu et al, 2008) dapat dideteksi menggunakan sensor atau menggunakan kamera. Sistem yang menggunakan kamera akan melakukan pengolahan sinyal video dari obyek yang direkam. Penggunaan isyarat video ini memiliki tantangan tersendiri terhadap kondisi pencahayaan, bayangan dan ukuran data yang besar. Penggunaan teknologi berbasis inframerah yang telah mapan dan luas penggunaannya kemudian digunakan untuk memberikan sistem yang tangguh terhadap suhu, cahaya sekitaran dan memberikan tingkat kestabilan yang tinggi (Jie Song, 2008).

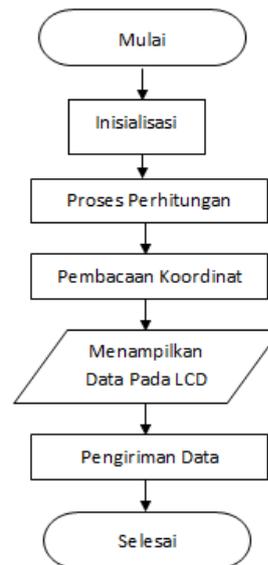
Metoda yang diusulkan dalam penyelesaian persoalan pencacahan penumpang pada moda transportasi bus umum yang telah beroperasi adalah pengembangan sistem elektronis yang dapat mendeteksi posisi bus, mencacah jumlah penumpang yang turun, naik dan di dalam bus pada setiap halte dengan memanfaatkan operator yang telah ada dan mengirimkan informasi tersebut ke pusat pengolahan data, dalam hal ini pihak yang berkepentingan dalam pengelolaan transportasi umum darat. Sistem tersebut juga harus mudah dioperasikan.

Metodologi

Sistem yang dikembangkan memiliki diagram kotak yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Sistem ini menggunakan mikrokontroler seri ATmega328, modul GPS seri PMB-648, modul GSM seri A6390, tombol tekan dan LCD 16 karakter 2 baris. Mikrokontroler digunakan sebagai inti pengendali sistem sedangkan modul GPS digunakan untuk mendapatkan posisi bus saat berhenti di halte. Modul GSM digunakan sebagai media pengirim data jumlah penumpang yang turun, naik dan di dalam bus menggunakan metode pengiriman SMS. Tombol tekan digunakan sebagai piranti masukan jumlah penumpang yang naik, turun dan di dalam bus. Penampil LCD digunakan untuk menampilkan jumlah penumpang yang naik, turun dan di dalam bus. Seluruh modul dan komponen tersebut dikendalikan dan dikoordinasikan kerjanya oleh sistem mikrokontroler. Sistem mikrokontroler yang digunakan menggunakan papan Arduino UNO tersedia dengan mudah. Perangkat lunak inti pengendali yang ditanam pada mikrokontroler memiliki alur kerja seperti ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 1. Diagram kotak sistem yang dikembangkan



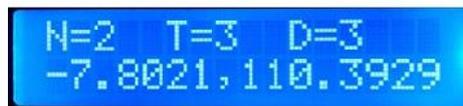
Gambar 2. Diagram alir program pada mikrokontroler

Sesuai dengan Gambar 2, proses pertama yang dilakukan adalah inisialisasi. Proses ini merupakan proses mempersiapkan kinerja modul GSM, GPS serta LCD agar dapat dipergunakan. Tahap berikutnya adalah pencacahan. Proses pencacahan ini dilakukan oleh operator. Operator yang dimaksudkan adalah petugas yang berada di dalam bus yang tugas utamanya adalah mengatur penumpang yang akan turun dan mengarahkan penumpang yang masuk

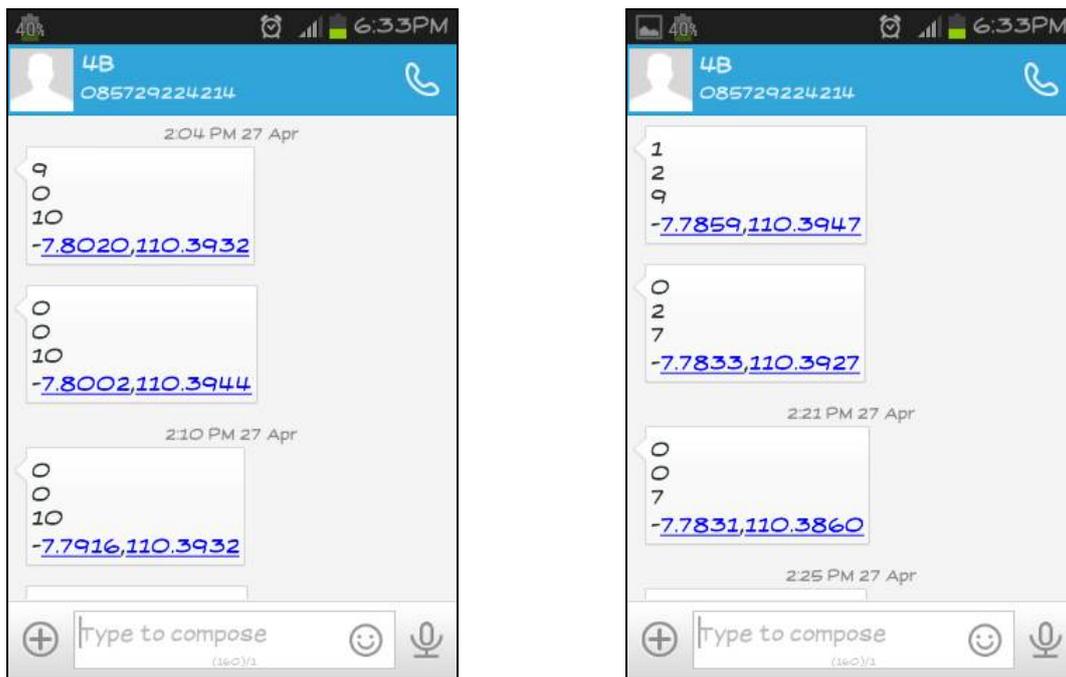
bus. Umumnya petugas ini selalu berdiri di samping pintu keluar/masuk. Petugas ini memiliki 3 tombol, yaitu tombol naik, turun dan go. Jika tombol naik ditekan satu kali, maka jumlah penumpang yang naik bertambah satu begitu pula jumlah penumpang di dalam bus juga bertambah satu. Jika tombol turun ditekan satu kali maka jumlah penumpang yang turun bertambah satu sedangkan jumlah penumpang di dalam bus berkurang satu. Tahap selanjutnya adalah pembacaan koordinat bus saat terjadi naik/turun penumpang. Pekerjaan ini dilakukan oleh modul GPS. Selanjutnya informasi jumlah pergerakan penumpang ditampilkan di LCD. Tombol go digunakan untuk mengirimkan informasi jumlah penumpang yang naik, turun, di dalam bus dan posisi koordinat bus berhenti dikirimkan ke pusat pengolahan data.

Hasil Implementasi

Setelah perakitan perangkat keras dan pemrograman dilaksanakan, tahap pengujian dilakukan. Gambar 3 menunjukkan tampilan LCD pada piranti yang dioperasikan oleh operator di dekat pintu bus. Baris pertama terdiri atas huruf N, T dan D yang berarti jumlah penumpang yang naik, turun dan penumpang yang terdapat di dalam bus. Pada baris kedua, terdapat koordinat garis lintang dan bujur posisi bus. Kedua informasi tersebut, jumlah penumpang dan koordinat posisi, selain ditampilkan pada LCD juga dikirimkan ke pusat pengumpul data dalam hal ini digunakan telpon GSM. Gambar 4 menampilkan pesan SMS yang dikirim oleh sistem yang dikembangkan yang diterima oleh telpon GSM pada 6 lokasi halte. Informasi yang diterima memiliki urutan informasi sama seperti yang tertampil pada LCD, yaitu jumlah penumpang yang naik, turun, di dalam bus dan koordinat posisi. Tabel 3 menyajikan rekam data yang diterima pada pusat pengumpul data untuk 1 putaran trayek bus Transjogja jalur 4B.



Gambar 3. Tampilan piranti dalam bus



- a. Data pada Halte Kusumanegara 3, SGM, APMD 2
- b. Data pada pada Halte UIN Sunan Kalijaga 2, Jl. Solo Gedung Wanita, Urip Sumoharjo

Gambar 4. Format SMS yang digunakan pengiriman dan penerimaan

Tabel 3. Data Halte Trans Jogja Trayek 4B

Nama Halte	Posisi koordinat		Penumpang (orang)			Jam
	Latitude	Longitude	Naik	Turun	Di Bus	
Kusumanegara 3	-7.8020	110.3932	9	0	10	14.04
SGM	-7.8002	110.3944	0	0	10	14.06
APMD 2	-7.7916	110.3932	0	0	10	14.10
UIN Sunan Kalijaga 1	-7.7859	110.3947	1	2	9	14.12
Jln Solo Gedung Wanita	-7.7833	110.3927	0	2	7	14.15
Urip Sumoharjo	-7.7831	110.3860	0	0	7	14.21
Sudirman 1	-7.7830	110.3781	9	0	16	14.25
SMP 5	-7.7872	110.3752	2	4	14	14.28
AA YKPN	-7.7860	110.3833	1	0	15	14.32
Jalan Solo De Brito	-7.7831	110.3937	2	6	11	14.38
UIN Sunan Kalijaga 2	-7.7863	110.3947	1	1	11	14.40
APMD 1	-7.7912	110.3933	0	1	10	14.42
SMK 5	-7.8004	110.3952	0	0	10	14.47
Kusumanegara 4	-7.8022	110.3932	0	1	9	14.48
XT Square	-7.8163	110.3858	0	0	9	14.57
UAD Kotagede	-7.8208	110.3887	0	0	9	14.59
Giwangan	-7.8344	110.3918	0	9	0	15.03
Giwangan	-7.8344	110.3918	5	0	5	15.24
SMK Muh 3	-7.9227	110.3887	0	0	5	15.30
Kusumanegara 3	-7.8020	110.3932	1	2	4	15.32

Kesimpulan

Sistem yang dikembangkan telah bekerja sesuai dengan rencana, yaitu mendeteksi penekanan tombol naik, tombol turun, tombol go, mendapatkan lokasi/posisi bus, menampilkan dan mengirimkan informasi-informasi hasil penekanan tombol-tombol tersebut ke pusat pengolah data sehingga bermanfaat sebagai sistem pelaporan pergerakan penumpang bus untuk keperluan peningkatan pelayanan transportasi umum.

Daftar Pustaka

- Hong Liu, Yue-Liang Qian, Qun Liu, Jin-tao Li, (2008), "Count passengers based on Haar-like feature in elevator application", International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Vol.2 pp.1202-1206.
- INFODEV, (1995), "Intelligent Transportation Systems & Integrated Systems", Frank-Carrel, Canada. <http://www.infodev.ca/vehicles/integrated-systems-its.html> [Retrieved on 14 April 2011]
- Jie Song, Yong-Feng Dong, Xin-Wei Yang, Jun-Hua Gu, Pei-Pei Fan, (2008), "Infrared Passenger Flow Collection System Based On RBF Neural Net", School of Computer Science & Software, Hebei University of Technology.
- Ning Liu, Chengying Gao, (2006), "Bi-directional Passenger Counting on Crowded Situation Based on Sequence Color Images", 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Hangzhou, China, November 29 - December 1, pp 557-564.
- Schoon, J.G., (1996), "Transportation Systems and Service Policy: A Project-Based Introduction, Chapman & Hall", International Thomson Publishing, New York, USA.
- Tao Yang, Yanning Zhang, Dapei Shao, Ying LI, (2010), "Clustering method for counting passengers getting in a bus with single camera Optical Engineering", vol 49 (3) 037203, Machine Vision, Pattern Recognition.
- The World Bank, (1997), "Urban Transport", The World Bank.
- T Yahiaoui, L Khoudour, C Meurie, (2010), "Real-time passenger counting in buses using dense stereovision", Journal of Electronic Imaging, Society of Photo-optical Instrumentation Engineers (SPIE), 19(3), pp.1.1-1-11.