

Perangkat Sistem Parkir Otomatis Berbasis Sistem Minimum

Anton Yunus Timothy Adichandra, Hendra Tjahyadi, Arnold Aribowo
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Pelita Harapan
Tangerang, Indonesia
anton.yunus@me.com, hendra.tjahyadi@uph.edu, arnold.aribowo@uph.edu

Abstract— An automatic parking system miniature model design and implementation is reported in this paper. The system is a minimum based system using Near Field Communication (NFC) technology, and connected to a database server. The system can be divided into two subsystems, namely a decision and control system, and database server system. Furthermore, the decision and control system can be divided into two elements: (i) Element 1 which consists of LCD module, NFC module, and Ethernet module, and (ii) Element 2 which consists of LCD module and stepper motor driver module. The two elements are connected through a wireless connection using XBee wireless device. To implement the NFC feature, NFC Shield V2.0 manufactured by Seed Studio is used. As an initial process, all NFC tags and cards are registered to the database server system. Then the parking process is starting with the detection of NFC tags or cards in Element 1 of the decision and control system. Based on the detection results and the results of querying the database server a decision is then send to Element 2 that will move the lift to the designated parking lot. In that sense, the system is able to allocate the parking space to its users who have the registered card or tag. Freertronics EtherMega v3.0 is used as the central processing unit for the system which is used for querying the database and take actions based on that query results. An integrated Ethernet chip on EtherMega is used to connect the decision and control system to the database server system, because the system can connect directly to the database server. A computer that is usually needed to be the middle man for procession queries is no longer needed. From a number of tests performed, the system works well and can achieve 100% allocation success rate. The system is able to allocate the parking lot very well and to check whether the lot is occupied or free. The system can also control the lift to move to the appropriate lot. Observed weakness is that the system's stability is affected by heat generated by the system itself.

Keywords—*wireless, database, automatic parking, feedforward, RFID*

I. PENDAHULUAN

Memarkir kendaraan bukanlah perkara mudah, apalagi di kota besar seperti Jakarta. Lahan parkir yang terbatas membuat para pengendara harus memarkirkan kendaraan mereka pada gedung parkir yang bertingkat. Pada gedung parkir yang bertingkat, masalah yang sering ditemui adalah tempat tujuan para pengendara dan penumpangnya terletak pada jarak yang jauh dari tempat mereka memarkirkan kendaraan mereka. Kendaraan yang diparkirkan pada gedung

bertingkat sering kali juga memiliki resiko yang tinggi terhadap kerusakan seperti baret atau melekuk karena terbentur kendaraan disebelahnya. Resiko tertabrak kendaraan lain yang sedang parkir juga menjadi suatu masalah.

Beberapa negara maju seperti Amerika, Jerman, dan Jepang sudah menerapkan sistem parkir otomatis yang dikendalikan oleh komputer. Para pengendara hanya perlu mengemudikan kendaraan mereka ke tempat yang sudah ditentukan, lalu dari tempat tersebut sistem beserta *lift* mobil akan menempatkan kendaraan tersebut ke lot parkir yang dituju. Sistem tersebut dikendalikan oleh komputer, yang berarti tingkat kesalahan manusia dapat ditekan seminimal mungkin. Para pengendara juga tidak perlu bingung akan resiko kendaraannya rusak akibat tertabrak atau terserempet kendaraan lainnya, karena setiap mobil yang disimpan sudah memiliki alokasi tempat tersendiri.

Pada makalah ini, dilaporkan perancangan dan implementasi sebuah model perangkat parkir otomatis dengan menggunakan sistem minimum, dimana sistem beserta *lift* mobil akan memarkirkan kendaraan ke lot parkir kosong yang dituju. Ada beberapa batasan masalah yang dilakukan pada penelitian ini, salah satunya adalah sistem didesain secara *feed-forward* sehingga mensyaratkan keakuratan pergerakan motor.

Beberapa penelitian terkait misalnya telah dilakukan untuk menentukan lokasi tempat parkir kendaraan yang kosong pada suatu area parkir sehingga pengendara dapat langsung menuju ke tempat tujuan untuk memarkirkan kendaraan [1]. Selain itu, pada [2] dilakukan perancangan sistem perangkat lunak untuk simulasi keluar masuk dan pembayaran parkir kendaraan berbasis RFID. Dengan identifikasi kendaraan dan pengendara secara otomatis menggunakan RFID, proses keluar masuk kendaraan diharapkan dapat ditingkatkan efisiensinya.

II. DASAR TEORI

A. Near Field Communication (NFC)

NFC adalah teknologi nirkabel yang memiliki frekuensi tinggi (13.56 MHz) yang memiliki kecepatan transfer data 424 *Kbits/second* dengan jarak jangkauan yang pendek atau dekat (<10 cm). Teknologi NFC merupakan gabungan antara *smartcard* dan *smartcard reader* yang ditanam di dalam satu perangkat [3].

B. Radio Frequency Identification (RFID)

RFID adalah proses identifikasi seseorang atau objek dengan menggunakan frekuensi transmisi radio [4]. RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah *device* kecil yang disebut *tag* atau *transponder* (*Transmitter + Responder*). *Tag* RFID akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari *device* yang kompatibel, yaitu pembaca RFID.

C. MySQL Database

Bahasa pemrograman *Structured Query Language/SQL* merupakan bahasa pemrograman khusus untuk merancang sistem manajemen *database*. Program MySQL bersifat sederhana dan *open source* sehingga mudah digunakan oleh *programmer*. Dalam tulisan ini, MySQL digunakan sebagai media penyimpanan *database* yang dapat diakses langsung melalui sistem tanpa perantara komputer. Program ini memiliki proteksi keamanan berupa *username* dan *password* serta *access level rights* untuk setiap *user*-nya.

D. Freetronics EtherMega v3.0 Microcontroller

Fretronics EtherMega adalah salah satu *prototyping board* terbaru dari Fretronics yang berbasis pada Arduino Mega 2560 R3 dan *chip ethernet* WIZnet 5100 [5]. Mikrokontroler berbasis Arduino biasa digunakan untuk berbagai aplikasi. Pada proyek skala besar, modul ini bisa digunakan sebagai bagian dari prototipe dalam sistem, tetapi lebih banyak digunakan dalam proyek skala kecil oleh para pelajar sebagai hobi untuk mencoba hal-hal baru dan pembelajaran mikrokontroler.

E. Seedstudio NFC Shield v2.0 (PXP PN532)

NFC Shield menambah kemampuan Arduino *board* agar dapat menggunakan teknologi NFC [6]. NFC Shield berbasis *chip* PXP PN532. *Library* PN532 digunakan dalam menulis program agar Arduino *board* dapat menggunakan teknologi NFC. Pada NFC Shield terdapat sebuah *antenna* eksternal, yang digunakan untuk komunikasi NFC.

F. XBee

XBee merupakan produk modul nirkabel dari Digi International yang sering digunakan sebagai modul *transceiver* dan *receiver* dengan frekuensi radio. Modul nirkabel ini menggunakan komunikasi serial dengan modulasi *Frequency Shift Keying* (FSK). *Radio frequency transceiver* atau pengirim dan penerima frekuensi radio ini bekerja secara *full duplex*. Protokol yang digunakan dari modul XBee ini adalah ZigBee IEEE 802.15.4 yang memungkinkan koneksi *peer-to-peer* dan *point-to-multipoint* secara mudah dan cepat [7].

G. Sparkfun Big Easy Driver (Allegro A4988)

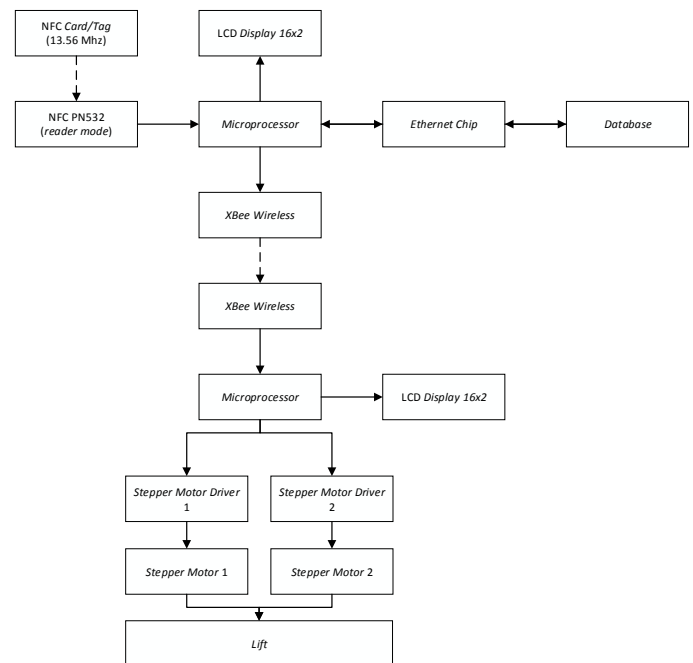
Big Easy Driver adalah sebuah modul yang dapat digunakan untuk menambah kemampuan Arduino board agar dapat mengendalikan *bipolar stepper motor* [8]. *Library* AccelStep.h digunakan dalam menulis program agar Arduino board dapat mengendalikan *stepper motor*.

H. Stepper Motor

Stepper motor adalah suatu motor listrik yang dapat mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan motor *discrete* (terputus) yang disebut *step* (langkah) [9]. Satu putaran motor memerlukan 360° dengan jumlah langkah yang tertentu perderajatnya. Ukuran kerja dari *stepper motor* biasanya diberikan dalam jumlah langkah per-putaran per-detik.

III. PERANCANGAN SISTEM

Berikut adalah diagram blok dari keseluruhan sistem yang menjelaskan cara kerja dari keseluruhan sistem beserta komponen-komponen yang digunakan sebagai pendukung sistem:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Sistem dapat dibagi ke dalam dua subsistem, yaitu sistem kendali dan pendukung keputusan serta *database server*. Sistem kendali dan pendukung keputusan dapat dibagi ke dalam 2 elemen, yaitu elemen 1 yang terdiri dari LCD *module*, NFC *module* dan *ethernet module* dan elemen 2 yang terdiri dari LCD *module* dan *stepper motor driver module*. Dua elemen terkoneksi melalui koneksi *wireless* menggunakan XBee *wireless device*.

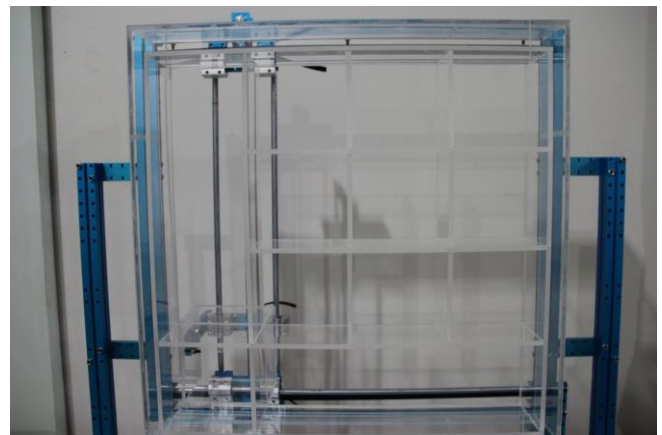
Secara garis besar, sistem bekerja dengan membaca *tag* NFC dan mengkonversikan 4 *byte* UID heksadesimal menjadi 10 digit desimal sebagai *input* sistem. Bila *tag* terdaftar pada *database*, selanjutnya mikroprosesor akan memeriksa kembali apakah *status tag* tersebut dalam keadaan *checked-in* atau tidak dan menentukan gerakan *stepper motor* yang diperlukan untuk membawa lift ke lot parkir yang dituju.

Sistem bekerja dengan menerima *input 4 byte* UID dari NFC *tag* yang terbaca oleh *reader*. Angka ini masih dalam bentuk heksadesimal (contoh : 5d8ebee2) lalu program akan mengkonversikannya ke dalam bentuk desimal (contoh : 1569636066). Jika UID NFC *tag* terdaftar dalam *database*, maka mikroprosesor akan memeriksa status dari *tag* tersebut apakah sudah *checked-in* atau belum. Jika belum, maka sistem akan memeriksa apakah masih ada *lot* yang dapat dialokasikan dan mengalokasikan *lot* yang terbaik yang memungkinkan. Nomor *lot* yang terbaik pada simulasi ini adalah nomor yang terkecil, karena nomor yang lebih besar membutuhkan pergerakan *lift* yang lebih banyak, menyebabkan pemakaian energi menjadi tidak efisien.

Gambar 2 menunjukkan penomoran *lot* pada simulasi gedung parkir. Home adalah posisi pengemudi untuk menempatkan mobilnya saat hendak parkir dan tempat untuk mengambil mobilnya saat hendak ke luar, dan nomor 1 sampai 9 adalah *lot* parkir. Setelah nomor *lot* dialokasikan dan ditampilkan pada layar LCD, mikroprosesor selanjutnya akan mengirimkan nomor *lot* yang telah dialokasikan tersebut ke Elemen 2. Elemen 2 lalu menerjemahkan nomor *lot* tersebut menjadi pola pergerakan *stepper motor* yang sesuai untuk menggerakkan *lift* ke *lot* yang dialokasikan untuk pengguna tersebut.

	7	8	9
	4	5	6
	1	2	3
HOME			

Gambar 2. Penomoran *Lot* pada Simulasi Gedung



Gambar 3. Rangka *Lift*

Pergerakan *stepper motor* sudah ditentukan sebelumnya untuk masing-masing *lot*, sehingga pada saat akan menggerakkan *lift* ke *lot* yang dituju, mikrokontroler pada Elemen 2 akan memanggil kembali urutan gerakan tersebut. Jika pengguna sudah dalam keadaan *checked-in*, maka sistem akan menganggap pengguna akan melakukan *check-out*. Elemen 1 akan membaca UID *tag* pengguna, mencocokkannya pada *database* dan membaca nomor *lot* dimana pengguna tersebut dialokasikan. Selanjutnya mikrokontroler akan mengirimkan perintah kepada *stepper motor driver* yang akan memerintahkan *stepper motor* untuk menggerakkan *lift* ke *lot* tersebut sehingga mensimulasikan pengambilan kendaraan.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Sebagaimana telah dijelaskan, sistem ini memiliki dua program yang ditanamkan di dalam mikrokontroler pada subsistem 1 dan subsistem 2. Program yang ditanamkan dalam subsistem 1 merupakan program utama dari keseluruhan sistem. Program ini mengatur keempat modul (LCD, NFC, *ethernet*, dan *stepper motor driver*). Program ini juga mengatur *query* apa saja yang harus dilakukan pada *database* untuk mendapatkan data yang diinginkan. Pengambilan keputusan juga diatur oleh program ini dengan nomor UID dari NFC *tag* atau kartu yang kompatibel sebagai masukannya, dan pesan di LCD dan gerakan *stepper motor* yang mengendalikan *lift* sebagai keluarannya. Program kedua adalah program dalam bahasa SQL yang ditanamkan pada subsistem 2 yang berfungsi sebagai media penyimpanan informasi dalam *database* sistem parkir otomatis yang dapat diakses secara langsung oleh sistem dengan menggunakan modul *ethernet shield*. Bahasa SQL dapat ditampilkan dalam *Command Line* atau dapat divisualisasikan melalui phpMyAdmin sebagai *console* dari *database*. *Database* berisi nomor UID NFC *tag* dan nomor *lot* yang akan digunakan di dalam sistem. Sistem akan selalu memeriksa dan memanipulasi *database* ini yang akan dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan.

Pengujian subsistem 1 dilakukan dengan mengukur berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh perangkat utama untuk dapat menemukan *lot* yang kosong dengan asumsi *lot* sebelumnya sudah terisi. Pengujian dilakukan dengan cara menyisipkan *routine timer* ke dalam program dan mencatat

hasil keluaran *routine* tersebut. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk setiap *lot* dan diambil hasil rata-ratanya. Hasil dari percobaan ini adalah sistem dapat secara konsisten mencatatkan waktu yang sama di setiap percobaan untuk *lot* yang sama. Waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk menemukan *lot* yang tersedia meningkat untuk masing-masing *lot* karena sistem memeriksa *status* okupansi *lot* sebelumnya.



Gambar 4. Pengujian pada Subsistem1

Pengujian berikutnya adalah pengujian kemampuan sistem mekanik untuk mengalokasikan *lot* yang tersedia kepada para pengguna. Pada saat pengujian dilakukan pada sistem, sistem mampu untuk mengalokasikan *lot* 1 sampai 9 secara berurutan kepada *tag* dengan nomor UID yang berbeda-beda. Selanjutnya, *check-out* dilakukan secara tidak berurutan, sehingga hanya *lot* nomor 1,3,5, dan 6 yang terisi. Pada saat sistem memutuskan untuk melakukan *check-in*, sistem mampu menemukan bahwa *lot* nomor 2 adalah *lot* dengan nomor terkecil yang tersedia. Pergerakan *lift* juga dapat dilakukan secara tepat ke *lot* yang diinginkan.



Gambar 5. Lot Nomor 2 dalam Keadaan Kosong

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal.

- Sistem dapat membaca kartu NFC dengan jarak yang dekat (kurang dari 5 cm) dan mengubah 4 *byte* UID yang kemudian akan diproses sebagai *input* sistem dengan tingkat keberhasilan 100 %.
- Subsistem 1 (*decision and control system*) dapat terhubung langsung dengan *database server system* (Subsistem 2) tanpa memerlukan perantara komputer lain.
- Sistem dapat mengalokasikan tempat yang masih tersedia untuk pengguna yang melakukan *check-in*, menolak *check-in* ketika sudah tidak ada tempat yang tersedia, dan melakukan *check-out*.
- Elemen 1 dapat mengirimkan perintah ke Elemen 2, lalu Elemen 2 dapat menerjemahkan perintah tersebut untuk menggerakkan *stepper motor* (simulasi dari penggerak *lift*) ke *lot* yang dialokasikan secara tepat.
- Proses pengintegrasian keempat modul dapat dilakukan dengan baik, sehingga komunikasi antara modul dapat dilakukan tanpa ada masalah. Jalur komunikasi yang digunakan adalah SPI (antara *chip ethernet* dan NFC dengan Freertronics EtherMega v3.0) dan *digital* (antara *stepper motor driver* dan layar LCD dengan Freertronics EtherMega v3.0). Freertronics EtherMega digunakan sebagai pusat pengontrol untuk mengubah 4 *byte* UID NFC *tag* menjadi angka 10 *digit* yang dapat diteruskan untuk dicocokkan dengan *database*.

Berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut.

- Optimisasi pada algoritma elemen 1 sehingga elemen ini dapat menemukan *lot* yang tersedia secara lebih efisien.
- Penggunaan sensor *optocoupler* untuk meningkatkan akurasi gerakan *lift* dan memungkinkan sistem untuk mengetahui keadaan kamar *lift* secara *real time*. Pada tulisan ini sistem hanya bekerja dengan prinsip *feed forward*, dimana sistem hanya memberikan masukan berupa *value* yang sudah ditetapkan untuk setiap lokasi *lot* kepada *stepper motor driver*.

REFERENCES

- [1] Thiang, Handry Khoswanto, Dimas Sutanto, "Sistem Tampilan Informasi Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler", Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Aplikasinya – SNIKA 2009, Available: http://portfolio.petra.ac.id/user_files/97-031/Thiang-sistem_informasi_parkir-SNIKA2009.pdf
- [2] Fransischa Tika Septiana, Ismiarta Aknuranda, ST., M.Sc., Ph.D, Aditya Rachmadi, S.ST., MTI, "Sistem Perangkat Lunak untuk Simulasi Keluar Masuk dan Pembayaran parkir kendaraan berbasis RFID", Program Studi Teknik Informatika, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang. Available: <http://ptiik.ub.ac.id/doro/download/article/file/dr00090201306>
- [3] D. Nosowitz, "Everything You Need to Know About Near Field Communication". Popular Science [Online], 2011. Available: <http://www.popsci.com/gadgets/article/2011-02/near-field->

communication-helping-your-smartphone-replace-your-wallet-2010/
[Accessed : January, 2015].

- [4] K. Bonsor and W. Fenlon, "How RFID Works". How Stuff Works [Online], 2015. Available: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm> [Accessed : January, 2015]
- [5] Ethermega. "EtherMega (100% Arduino Mega 2560 compatible with onboard Ethernet)," freetronics.com. [Online]. Available: <http://www.freetronics.com.au/products/ethermega-arduino-mega-2560-compatible-with-onboard-ethernet> [Accessed : September, 2014].
- [6] Seedstudio. "NFC Shield V2.0," seedstudio.com. [Online]. Available: http://www.seeedstudio.com/wiki/NFC_Shield_V2.0 [Accessed : June, 2014].
- [7] Sparkfun. "Exploring Xbees and XCTU," sparkfun.com. [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/exploring-xbees-and-xctu> [Accessed : July, 2014].
- [8] Sparkfun. "Big Easy Driver" sparkfun.com. [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/11876> [Accessed : September, 2014].
- [9] Adafruit. "All About Stepper Motors," adafruit.com. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/all-about-stepper-motors/what-is-a-stepper-motor>. [Accessed : May, 2014].