

# Desain dan Implementasi Jejaring Sensor Nirkabel Inframerah untuk Sistem Informasi Parkir Gedung Bertingkat

Ali Husein Alasiry, Endah Suryawati, Edi Satriyanto, dan Ridla Rizalani A.

**Abstrak**— Makalah ini mempresentasikan suatu solusi berupa sistem informasi area parkir menggunakan jejaring sensor nirkabel (JSN) sebagai alternatif solusi pengakuisisian data pada sistem informasi parkir. Node-node yang memiliki kemampuan mendeteksi ada tidaknya mobil dipasang di masing-masing lokasi parkir. Informasi dari setiap node dibawa ke level sub-master secara multihop melalui komunikasi inframerah (IR) dan selanjutnya dari sub-sub master data dikirim menuju ke node master berupa PC melalui komunikasi serial RS485. Informasi dapat dilihat pada tampilan PC yang juga merupakan server data-base. Prototipe jejaring uji terdiri dari 1 buah PC sebagai node master dan 15 buah node jaringan dengan komposisi 3 node sub master dan 12 node biasa yang terhubung dalam topologi pohon. Masing-masing prototipe node sub master bertugas mengakuisisi informasi dari satu blok area parkir yang beranggotakan empat prototipe node slave. Dari pengujian fungsi-fungsi node sampai dengan performa jejaring dalam mengirimkan data disimpulkan mekanisme pengambilan data dengan komunikasi IR ini dapat bekerja dengan baik, dengan tingkat keberhasilan pengiriman data mencapai 100%, pada simulasi kondisi cahaya normal lahan parkir tertutup( 300-400 lux). Namun demikian masih terdapat keterlambatan (latency) sekitar 4,5 detik untuk setiap penambahan jarak lompatan (hop).

**Kata Kunci**—jaringan sensor nirkabel, sistem informasi parkir, komunikasi inframerah

## 1 PENDAHULUAN

TEKNOLOGI komunikasi nirkabel (*wireless*) semakin berkembang saat ini. Salah satunya adalah teknologi *wireless sensor networks* (WSN) atau jejaring sensor nirkabel (JSN). JSN merupakan suatu jejaring yang terdiri dari titik-titik (node) berupa kontroler yang dilengkapi sensor yang saling bekerja sama untuk memonitor kondisi tertentu seperti temperatur, suara, cahaya, getaran, tekanan dan lain-lain.

Dengan berkembangnya teknologi komunikasi radio atupun inframerah (IR), yang diintegrasikan dengan bidang teknologi mikro,

- Ali Husein Alasiry, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, Telp: 031-5947280. E-mail: ali@eeepis-its.edu.
- Endah Suryawati, Edi Satriyanto, Ridla Rizalani A, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, Telp: 031-5947280. E-mail: endah@eeepis-its.edu, kangedi@eeepis-its.edu, ridho@eeepis-its.edu.

maka dikenal suatu jenis generasi baru alat sensor. Generasi baru tadi diwujudkan dalam suatu kumpulan alat/*device* sensor yang disusun menjadi sebuah jejaring sensor. Dengan kelebihanannya yang bekerja secara bersamaan dalam suatu jejaring, dengan demikian segala kekurangan yang ada pada sensor konvensional dapat dihilangkan dan memiliki potensi yang sangat besar dalam penerapannya.

Penggunaan jejaring sensor saat ini berkembang cukup pesat, khususnya bagi kehidupan manusia. Aplikasi pada umumnya digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan monitoring, dan kontroling. Adapun aplikasi yang lebih spesifik adalah memonitor habitat hewan, pelacakan suatu objek, kontrol reaktor nuklir, pendeteksian api, memonitor lalu lintas dan lain-lain.

Pada penelitian ini di buat prototipe node jejaring sensor nirkabel dengan media komunikasi IR untuk akuisisi data pada sistem informasi lantai banyak yang bertujuan untuk mendeteksi ada tidaknya mobil yang parkir, dan mengirimkan informasi tersebut ke node

master berupa PC server yang berfungsi sebagai pusat pengumpulan data dari sub-sub jaringan (*fusion center*) dan pusat monitoring.

## 2 DASAR TEORI

### 2.1 Sensor dan Transduser

Transduser adalah piranti atau alat yang berfungsi mengubah parameter fisis seperti suhu, tekanan, berat, magnetik, optik, kimia kedalam isyarat listrik yaitu tegangan dan arus. Bentuk transduser sangat bergantung kepada fenomena fisis yang ada. Parameter yang sama dapat ditentukan dengan berbagai tipe transduser yang berbeda [1].

Sedangkan sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur *magnitude* sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik [1].

### 2.2 Jejaring Sensor

Jejaring sensor (JS) merupakan suatu sistem yang terdiri dari elemen-elemen yang masing-masing merupakan sistem sensor yang bersifat swatantra dengan kemampuan akuisisi data, komunikasi dan koordinasi yang saling berhubungan dan bekerjasama untuk membaca informasi dari suatu daerah pengukuran yang luas dengan titik-titik pengukuran yang tersebar [2].

Dari sisi media komunikasi, jejaring sensor dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu jejaring sensor dengan koneksi fisik atau kabel (*wired*) disebut jaringan sensor (JS) saja dan yang tanpa media fisik (*wireless*) yang disebut jaringan sensor nirkabel (JSN). Media-media komunikasi nirkabel yang sering digunakan adalah frekuensi radio (RF) dan IR.

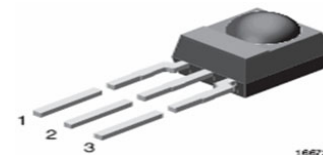
Jejaring sensor terdesentralisasi merupakan sebuah jejaring dimana beberapa node tersebar untuk memperoleh sebagian informasi tentang kejadian disekitarnya dan menyampaikan kesimpulan ke *fusion center* dari hasil informasi tersebut, *fusion center* mengambil keputusan berdasarkan hipotesa.

### 2.3 TSAL 6200 dan TSOP 34838

TSAL6200 merupakan dioda pemancar sinyal IR dengan efisiensi tinggi keluaran dari VishayTM. Pemancar ini menerapkan teknologi *galium arsenide* (GaAs) yang dapat menghasilkan lebih dari seratus persen perbaikan tenaga radiasi dibandingkan piranti IR standar pada panjang gelombang yang sama. Oleh karena itu pemancar ini sangat ideal untuk aplikasi ketahanan tinggi dan unjuk kerja tinggi. TSAL6200 bekerja dengan panjang gelombang yang dihasilkan adalah 940 nm, dengan sudut paruh intensitasnya adalah 17 derajat. Piranti ini memiliki tegangan maju normal sekitar 1,4V. Arus maju kontinyu dapat mencapai 100 mA sedangkan pada penggunaan modulasi pulsa, piranti ini dapat ditekan hingga arus maju 1000 mA. Gambar 1[2], menunjukkan model fisik dari TSAL6200.



Gambar 1. TSAL6200



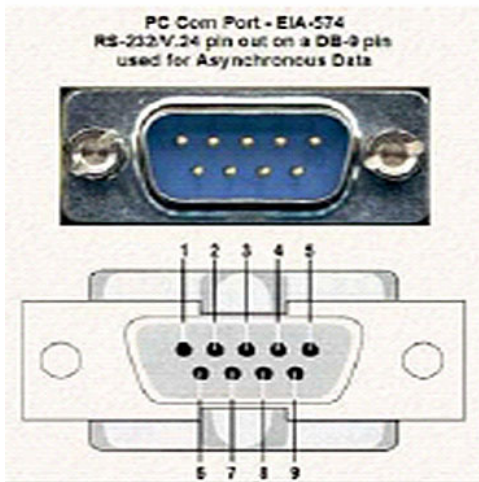
Gambar 2. TSOP38438

TSOP34838 yang merupakan piranti penerima inframerah terintegrasi keluaran dari VishayTM, yang dibuat untuk penggunaan pada remote TV dan bekerja pada tegangan 5V. Data yang dapat di terima harus termodulasi 38Khz. Secara internal, piranti ini telah dilengkapi dengan tapis cahaya, tapis lulus rendah (LPF) dan unit kuantisasi sehingga keluarannya telah merupakan logika standar TTL. Model fisik dari TSOP38438 adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 2 [2].

### 2.4 Konfigurasi Port Serial pada PC

Pada komputer PC biasanya dapat ditemukan dua konektor port serial DB-9 jenis jantan (male) seperti tampak pada Gambar 3, yang umumnya diberi nama COMx, dimana x merupakan index 1,2,3 dan seterusnya.

Untuk dapat menggunakan port serial, kita perlu mengetahui alamatnya. Biasanya tersedia dua port serial yaitu COM1 dan COM2. Base address COM1 biasanya adalah 1016 (3F8H) dan COM2 biasanya 760 (2F8H).



Gambar 3. Bentuk koneksi COMx pada PC

Konektor DB-9 memiliki 9 pin koneksi. Fungsi dari masing-masing pin ditunjukkan pada Tabel 1.

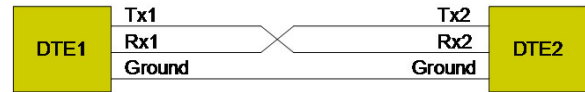
Tabel 1

Fungsi-fungsi pin pada DB-9 port COMx

Pin	Nama	Arah	Keterangan
1	DCD	in	Data Carrier Detect
2	RxD	in	Receive data
3	TxD	out	Transmit data
4	DTR	out	Data terminal ready
5	GND	-	ground
6	DSR	in	Data set ready
7	RTS	out	Request to send
8	CTS	in	Clear to send
9	RI	in	Ring indicator

Untuk komunikasi dengan perangkat lain yang bersifat sebagai port atau *data terminal equipment* (DTE) seperti dengan sesama

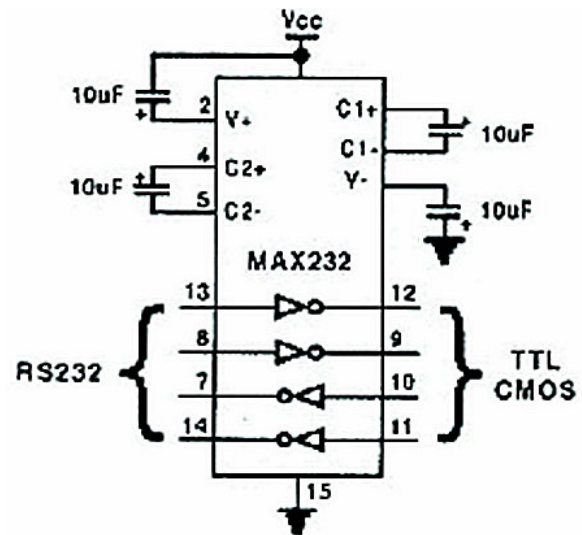
PC, mikrokontroler atau PLC, biasanya hanya diperlukan tiga koneksi kabel yaitu TxD, RxD dan GND (*ground*). Antara perangkat luar dan COMx dihubungkan secara silang (*cross*) dan tanpa sinyal jabat tangan (*handshaking*) atau disebut dengan konfigurasi modem nol, seperti tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Komunikasi modem nol

### 2.5 Pengubah TTL ↔ RS-232

Untuk menghubungkan port COMx yang memiliki level tegangan RS-232 yaitu ±3 dan ±25 volt dengan mikrokontroler yang memiliki level tegangan standar TTL, yaitu 0 dan 5V diperlukan pengubah tegangan TTL ke RS-232 dan sebaliknya, seperti tampak pada Gambar 5. Cip MAX232 memiliki empat buah inverter. Dua berfungsi sebagai pengubah RS-232 ke TTL sedang dua lainnya berfungsi sebaliknya, yaitu sebagai pengubah TTL ke RS-232.

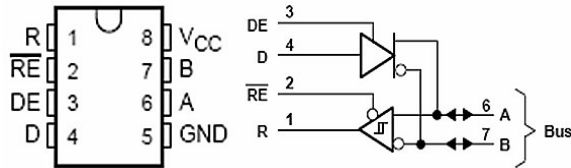


Gambar 5. Rangkaian pengubah RS-232 ↔ TTL

### 2.6 Pengubah TTL ↔ RS485

Untuk menghubungkan suatu port serial yang memiliki level tegangan standar TTL, yaitu 0

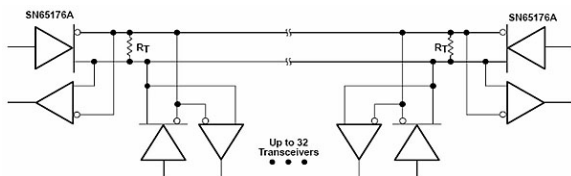
dan 5V ke bus jaringan yang memiliki level tegangan RS-485 yaitu  $\pm 2,5$  volt, dibutuhkan piranti pengubah seperti tampak pada Gambar 6. Contoh yang sering digunakan adalah MAX485 atau SN75176. Piranti ini memiliki sepasang penggerak bus RS-485.



Gambar 6. Piranti pengubah RS-485 ↔ TTL

### 2.7 Jaringan Multidrop RS-485

Dalam penerapannya, pengubah RS-485 dirangkai dalam bentuk jaringan multidrop dengan cara menghubungkan masing-masing koneksi bus A dan B ke bus RS-485 yang memiliki dua jalur yang sama, A dan B, seperti tampak pada Gambar 7.



Gambar 7. Jaringan multidrop RS485

Suatu bus RS-485 mampu menghubungkan maksimum 32 piranti penggerak bus secara paralel. Komunikasi terjadi secara satu masukan banyak keluaran (*single input multi output*, SIMO) dimana setiap saat hanya ada satu piranti pengirim data sedangkan piranti lain menerima.

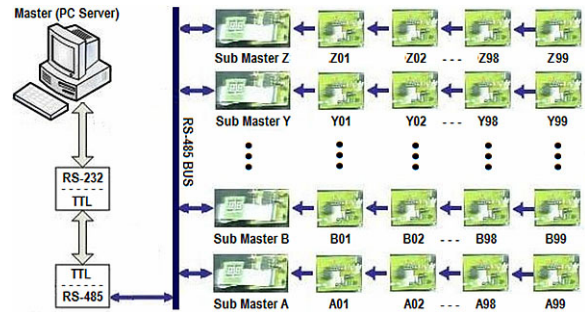
## 3 PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Model Jejaring Sensor

Model jejaring yang direncanakan adalah seperti tampak pada Gambar 8. Jejaring terdiri dari satu buah PC server sebagai *master node*, dan maksimum 3100 buah node jaringan yang terdiri dari maksimum 31 buah sub-master (contoh, sub-master A s.d. Z) dimana masing-masing sub-master membawahi maksimum 99

buah node biasa (*slave*)(indeks 01 s.d. 99) secara seri.

Antar master (PC) dengan sub-master atau sesama sub-master berkomunikasi melalui bus RS-485. Sedangkan antar node biasa dengan sub-master atau sesama node biasa berkomunikasi melalui media IR.

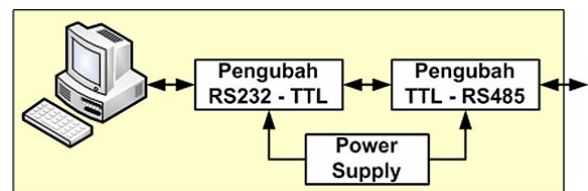


Gambar 8. Blok diagram sistem

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan mekanisme dari sistem ini secara keseluruhan. Node mendeteksi ada tidaknya mobil yang parkir pada area tersebut. Setelah proses pendeteksian selesai, selanjutnya data dari node dikirim ke node yang mempunyai ID lebih kecil. Pengiriman data menggunakan komunikasi serial dengan media IR. Proses tersebut berulang sampai data di terima ke node yang terkecil yaitu node master. Data akan dikirim sampai ke tujuan dengan asumsi bahwa rute tersebut telah ditentukan atau *fixed route*.

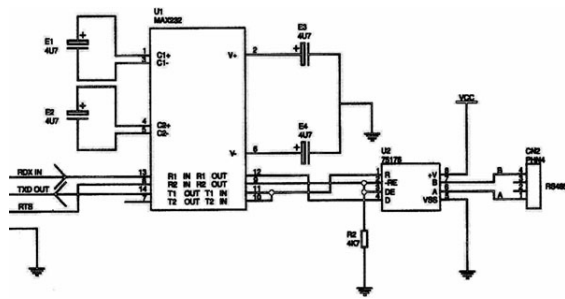
### 3.2 Perancangan Node Master

Node master adalah sebuah PC yang telah dilengkapi dengan koneksi bus RS-485. Gambar 9 menunjukkan blok diagram dari node master.



Gambar 9. Blok diagram node master

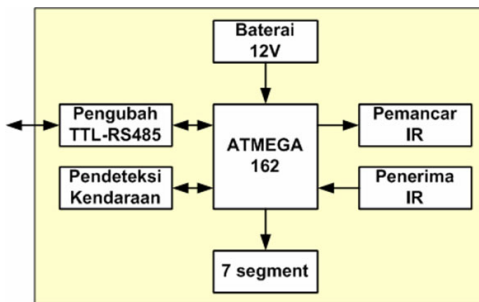
Terdapat dua rangkaian pengubah yang berfungsi menghubungkan port COMx dengan bus RS-485. Rangkaian lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Rangkaian pengubah RS-232 ↔ RS-485

### 3.3 Perancangan Node Sub-Master

Node sub-master berfungsi sebagai penghubung antara node master dengan node-node *slave* di masing-masing area parkir. Disamping itu node sub-master juga berfungsi sebagai pengatur display berupa *seven segment* (7s) di pintu masuk area parkir yang menunjukkan ketersediaan lokasi kosong. Untuk itu telah dirancang blok diagram node sub-master seperti pada Gambar 11.



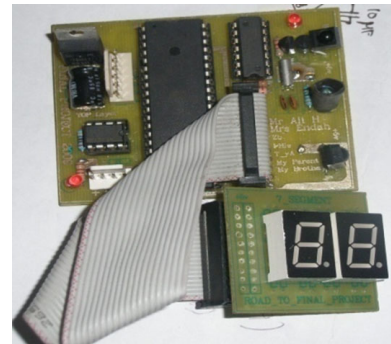
**Gambar 11.** Blok diagram node master

Rangkaian berintikan mikrokontroler ATMEGA 162 yang memiliki keistimewaan berupa dua port serial UART dalam satu keping (chip). Pemancar IR berupa TSAL6200 dan penerima IR yaitu TSOP34838 berfungsi untuk komunikasi dengan node slave (biasa) terhubung pada port serial-0 (UART0). Sedangkan untuk komunikasi dengan sesama node master, disediakan pengubah TTL'RS-485 yang terhubung pada port serial-1 (UART1). Node disuplai oleh baterai 12V.

Node sub-master juga berfungsi sebagaimana node biasa dalam hal mendeteksi kondisi salah satu lokasi parkir sehingga padanya juga ditambahkan rangkaian

pendeteksi kendaraan. Bagian pendeteksi kendaraan ini akan dijelaskan tersendiri.

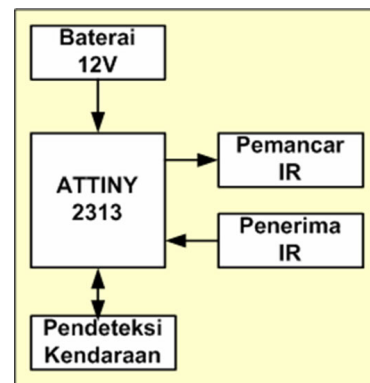
Gambar 12 menunjukkan prototipe node sub-master yang telah dibuat. Sebuah display 7s dua digit juga terpasang pada node ini, berfungsi menunjukkan jumlah lokasi yang kosong sebagai akumulasi hasil pembacaan suatu area oleh node-node slave. Dimensi penampil 7s disini disesuaikan untuk model miniatur. Untuk kondisi sebenarnya digunakan penampil 7s ukuran besar dilengkapi rangkaian penggerak.



**Gambar 12.** Prototipe node sub-master

### 3.4 Perancangan Node Slave (biasa)

Node-node slave merupakan node-node yang terpasang pada semua lokasi lain selain sub-master. Node ini lebih sederhana dibandingkan node sub-master, dimana tidak diperlukan koneksi RS-485 dan tidak ada display 7s. Untuk itu dalam perancangan digunakan mikrokontroler yang lebih kecil dan lebih sedikit jumlah pin koneksinya yaitu ATTINY2313. Blok diagram node slave ditunjukkan pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Blok diagram node slave

Pemancar IR berupa TSAL6200 dan penerima IR yaitu TSOP34838 berfungsi untuk komunikasi dengan node slave yang berada di dekat masing-masing node slave atau dengan sub-master untuk node slave 01, terhubung pada port serial-0 (UART0). Sedangkan bagian pendeteksi kendaraan, sama dengan node sub-master, akan dijelaskan tersendiri. Bentuk prototipe node slave yang telah jadi dapat dilihat pada Gambar 14.

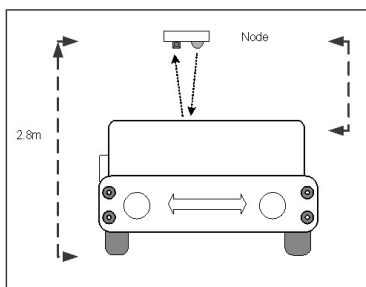


Gambar 14. Prototipe node sub-master

### 3.5 Perancangan Pendeteksi Kendaraan

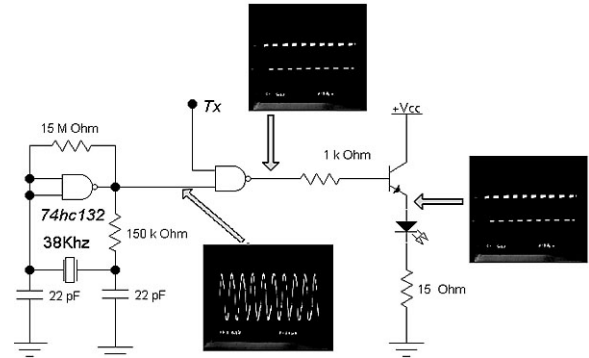
Rangkaian pendeteksi kendaraan merupakan rangkaian sensor proksimitas yang diharapkan memberikan keluaran berupa dua kondisi yaitu jika kondisi lokasi terisi maka keluaran adalah 5V (logika 1) dan bila lokasi tidak terisi, keluaran adalah 0V (logika 0).

Implementasi rangkaian elektroniknya dapat menggunakan sepasang pemancar - penerima IR yang dipasang berdampingan dimana penerima akan menerima sinyal dari pemancar jika ada sinyal pantul yang cukup dari obyek. Sensor IR yang digunakan berbeda dengan bagian komunikasi. Gambar 15 menunjukkan prinsip tersebut.

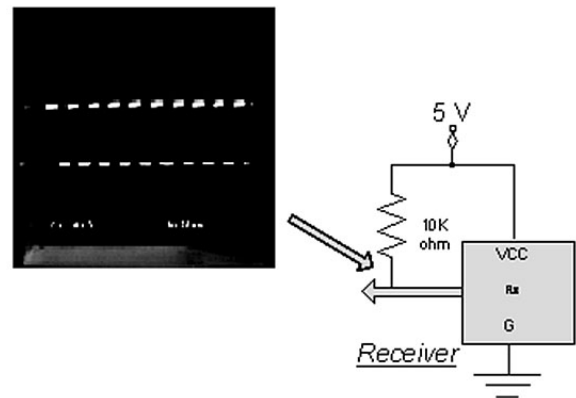


Gambar 15. Prinsip pendeteksian mobil

Gambar 16 menunjukkan rangkaian bagian pemancar. Rangkaian terdiri osilator kristal 38kHz dengan penggerak 74HC132 mendapat modulasi on-off dari mikrokontroler, kemudian diteruskan ke pemancar IR TSAL6200.



Gambar 16. Rangkaian pemancar pendeteksi

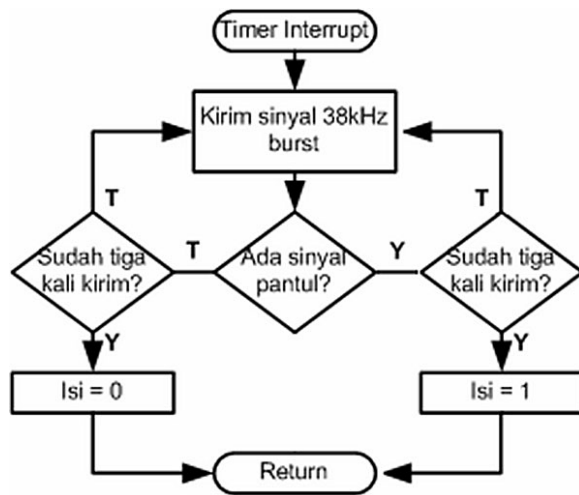


Gambar 17. Rangkaian penerima pendeteksi

Gambar 17 menunjukkan rangkaian pendeteksi inframerah yang terdiri dari komponen utama berupa modul receiver TSOP34038 dimana hanya diperlukan resistor pull-up sebesar 10kOhm. Rangkaian ini berfungsi menerima sinyal inframerah dengan output yang sudah dikuntisasi menjadi pulsa dengan amplitude 5V yang selanjutnya diteruskan ke input analog dari mikrokontroler.

Pengopersaian rangkaian dikontrol oleh mikrokontroler utama node melalui interrupt timer. Cara kerja dari bagian ini dapat dilihat pada flow diagram Gambar 18.

Gambar 18 dapat dijelaskan sebagai berikut: Proses pendeteksian akan dimulai setiap timer memberikan tanda berupa sinyal interrupt setiap 1 menit. Proses diawali dengan pengiri-



**Gambar 18.** Diagram alir pendeteksian mobil

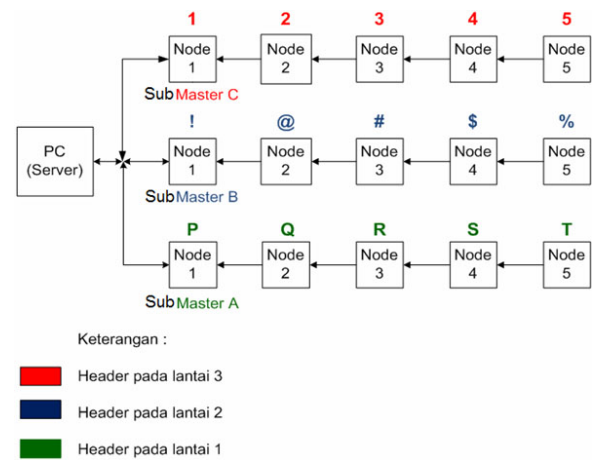
man sinyal burst 38 kHz oleh IR LED kearah lokasi obyek (mobil). Jika sinyal pantul terdeteksi, status tidak langsung ditandai dengan 1 atau "terisi", tapi terlebih dahulu diulang sampai 3 kali deteksi. Jika tetap terjadi sinyal pantul maka dianggap lokasi benar-benar terisi. Demikian juga untuk kondisi 0 yaitu "tidak terdeteksi". Hal ini untuk menghindari terjadinya kesalahan deteksi akibat adanya obyek yang melintas sementara terdeteksi oleh sensor.

### 3.6 Protokol Komunikasi

Pada komunikasi multidrop (*fix route*), jika server ingin meminta data pada salah satu lantai, maka terlebih dahulu server akan mengirimkan data RTS (Request To Send) ke master yang berada pada tiap lantai. Kemudian dengan asumsi master dapat menjawab sehingga mengirimkan balasan berupa CTS (*Clear To Send*).

Secara garis besar format protokol pengiriman data dari *slave* ke sub-master dan dari sub-master ke master (PC) hampir sama, yang membedakan hanya sintak pada header saja. Satu format protokol terdiri dari header, data yang berisi keterangan informasi mengenai area baik yang terisi dan yang kosong serta pada bit akhir adalah berisiketengan mengenai akhir paket data. Setiap node memiliki header sendiri-sendiri pada tiap-tiap lantai, hal ini dikarenakan agar mempermudah proses pengiriman data dan mempercepat waktu eksekusi pengiriman data.

Pertama kali data bisa dikenali adalah dengan melihat headernya. Tiap-tiap header pada node slave disimbolkan dengan suatu karakter yang ada pada keyboard perangkat PC. Begitu juga dengan header yang ada pada master, header yang ada pada master juga disimbolkan dengan suatu karakter. Jadi header tersebut berfungsi tidak hanya sebagai header saja melainkan berisi keterangan mengenai pada lantai dan pada blok berapa node tersebut berada. Penentuan header untuk tiap-tiap node dapat dilihat pada Gambar 19.

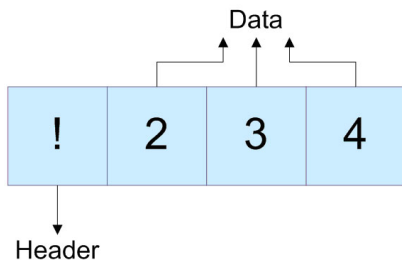


**Gambar 19.** Penentuan header untuk tiap node

Dari Gambar 19, dapat dijelaskan bahwa setiap node mempunyai header yang berbeda, header ini sekaligus menjelaskan ID dari node itu sendiri. Karakter "1", "2", "3", "4", "5" menjelaskan simbol header dan ID masing-masing node pada lantai 3. karakter "!", "@", "#", "\$", "%", menjelaskan simbol header dan ID masing-masing node pada lantai 2. Karakter "P", "Q", "R", "S", "T", menjelaskan header dan ID masing-masing node pada lantai 1. Pemberian header sekaligus ID ini dimaksudkan agar protokol menjadi lebih ringkas yang selanjutnya dapat berpengaruh terhadap waktu eksekusi pengiriman data. Semakin sederhana atau panjang protokol makin sedikit, maka kesalahan dalam pengiriman data dapat diminimalisir. Karena panjang suatu protokol yang dikirim juga mempengaruhi tingkat keberhasilan pengiriman data. Hal ini dapat dilihat pada pengujian sistem.

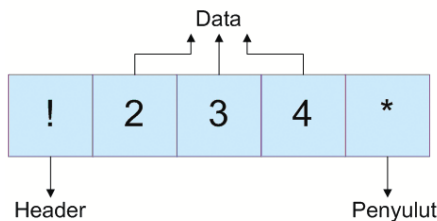
Untuk contoh protokol pengiriman data dari node slave ke node slave yang ID-nya lebih

kecil atau pengiriman data dari node slave ke master dapat dilihat pada Gambar 20.



**Gambar 20.** Format protokol dari node slave ke node sub-master

Sesuai dengan penentuan header yang sudah dibahas sebelumnya, contoh format di atas adalah protokol pengiriman data dari node slave ke node master pada node ke-1 pada lantai 2. Sedangkan untuk format protokol dari node master ke server adalah sama dengan format protokol dari node slave ke node master, yang membedakan hanyalah headernya saja. Master akan mengirimkan informasi data parkir bila sudah ada perintah request dari server. Contoh protokol pengiriman data dari node master ke server dapat dilihat pada Gambar 21.



**Gambar 21.** Format protokol dari node sub-master ke node master (PC Server)

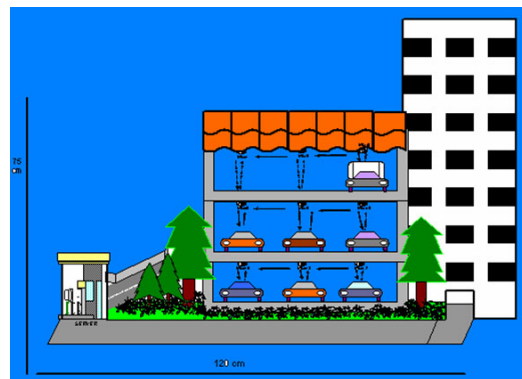
Saat PC ingin meminta (*request*) data parkir kepada sub-sub master, maka PC akan mengirimkan perintah (*command*) berupa karakter tertentu yang dinamakan header atau *descriptor* pada masing-masing sub master. Kemudian sub master akan mengirimkan data balasan yang kemudian akan diikuti data parkir 3 karakter di belakangnya dan sebuah karakter yang digunakan sebagai penyulut.

Apabila pihak master mengirimkan sebuah *command* ke master untuk mengetahui data parkir yang ada pada tiap-tiap lantai maka

server akan mengirimkan sebuah karakter tertentu yang manandakan bahwa server meminta data pada salah satu master. Sebagai contoh, pada lantai 1 jika server ingin *me-request* data kepada master A maka server akan mengirimkan *command* yakni berupa karakter `.` Server hanya perlu meminta data sekali saja pada salah satu master untuk mengetahui data parkir. Kemudian sebagai balasan untuk server maka dari pihak master akan mengirim paket balasan berupa karakter sebagai header yang diikuti dengan 3 karakter yang berisi data parkir dan sebuah karakter yang digunakan sebagai penyulut pada master selanjutnya untuk mengirimkan data secara kontinyu tanpa master harus meminta ulang data parkir tersebut. Jadi jumlah karakter yang dikirim sebagai balasan kepada server adalah 5 karakter.

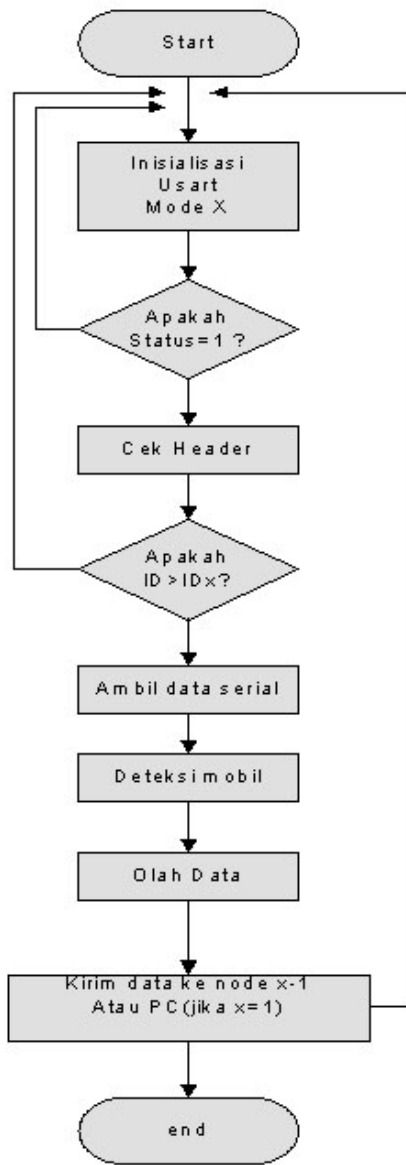
### 3.7 Konfigurasi Jaringan Uji

Bentuk jaringan uji ditunjukkan pada Gambar 22. Pada tiap lantai terdapat satu node master. Pada node master, komunikasi terjadi antara node master dengan node slave, dan node master dengan PC (server), sehingga pada node master dibutuhkan dua port serial yang mempunyai tugas berbeda-beda. Untuk komunikasi node master dengan PC menggunakan konverter RS232 ke RS485. Hal ini disebabkan terdapat 1 node master dalam setiap lantai, dimana setiap pada prototype parker terdapat 3 lantai, sehingga dibutuhkan 3 node master. Oleh karena itu komunikasi node master dengan PC menggunakan sistem multidrop RS485.



**Gambar 22.** Model jaringan uji





Gambar 23. Diagram alir kerja sistem

Adapun carakerja dari sistem yang diuji dapat dilihat pada diagram alir Gambar 23. Mula-mula kontroler melakukan inisialisasi koneksi serial untuk komunikasi dan juga port-port input dan output. Jika ada perintah pengiriman maka terlebih dahulu node akan membaca status dari komunikasi serial. Setelah itu melakukan cek header komunikasi untuk mengetahui identitas paket. Jika ID telah sesuai maka paket dibaca dan diambil status-status dari node di atasnya. Selanjutnya node mengambil status lokasi yang sedang dimonitor. Status node kemudian diolah untuk di-

gabungkan dengan data dari node-node di atasnya. Selanjutnya paket yang baru yang mengandung informasi status tambahan dikirimkan ke node dengan ID yang lebih kecil (lebih dekat ke sub master) hingga akhirnya mencapai sub master untuk diakumulasi.

## 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

### 4.1 Pengujian Pendeteksian Obyek (Mobil)

Pada pengujian pertama untuk mengetahui respon sensor terhadap pendeteksian mobil, node diletakkan setinggi 2 meter dari permukaan tanah dengan kondisi saat illuminant tinggi, yaitu diruang terbuka siang hari (2000 s.d. 3000 lux), seperti ditunjukkan pada Gambar 24.



Gambar 24. Pengujian pendeteksian obyek

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian di atas, didapatkan hasil bahwa sensor berhasil mendeteksi ada tidaknya mobil mulai dari jarak node terhadap mobil setinggi 30 cm sampai dengan 200 cm. Jika mobil berhasil terdeteksi maka LED pada node akan menyala

Metode pengujian deteksi mobil ini dilakukan dengan mengukur jarak sensor dengan bidang pantul (mobil) pada kondisi sebenarnya dimana setiap mobil memiliki tinggi dan jarak dari penempatan sensor yang

**Tabel 2**  
Hasil pengujian deteksi obyek (mobil) sampai jarak 2 Meter

Jarak Deteksi Node (cm)	Terdeteksi / Tak Terdeteksi
30	Terdeteksi
50	Terdeteksi
75	Terdeteksi
100	Terdeteksi
130	Terdeteksi
150	Terdeteksi
175	Terdeteksi
200	Terdeteksi

berbeda. Hasil data pengujian alat pada kondisi sebenarnya dapat dilihat pada Tabel 3. Pengujian ini mengambil sampel 5 mobil yang berbeda.

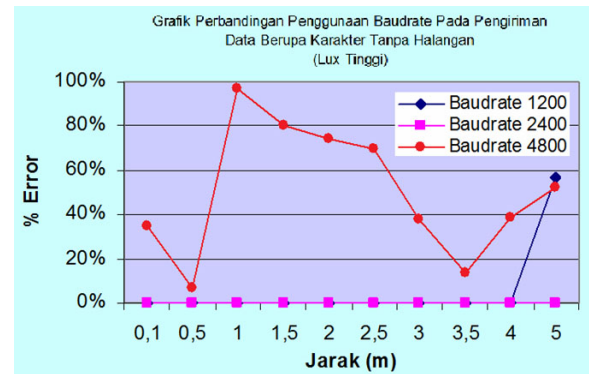
**Tabel 3**  
Hasil pengujian deteksi beberapa jenis dan posisi mobil

Jenis Mobil	Bagian	Tinggi (cm)	Warna	Lux	Hasil
Suzuki	Badan	1.75	Hitam	2300	Terdeteksi
APV	Depan	0.65	Hitam	2300	Terdeteksi
Kijang	Badan	1.60	Putih	2860	Terdeteksi
86	Depan	0.65	Putih	2860	Terdeteksi
Kijang	Badan	1.65	Silver	2535	Terdeteksi
07	Depan	0.65	Silver	2100	Terdeteksi
Avanza	Badan	1.65	Merah	2355	Terdeteksi
	Depan	0.65	Merah	2803	Terdeteksi
Mercy	Badan	1.20	Putih	3000	Terdeteksi
	Depan	0.65	Putih	3203	Terdeteksi

**4.2 Pengujian Tingkat Keberhasilan Pengiriman Data Terhadap Baudrate**

Dalam tahap ini dilakukan pengujian untuk mengetahui besarnya kesalahan pengiriman

data akibat perbedaan jarak. Pada saat dilakukan pengukuran, posisi sensor penerima antara Rx dan Tx diusahakan searah agar data yang dikirim oleh Tx dapat diterima secara optimal oleh Rx. Pengambilan data dilakukan secara berkala dengan mengubah jarak antara Rx dan Tx untuk mengetahui respon pengiriman data. Setelah mencapai jarak 5 cm, posisi Tx diubah-ubah sampai mencapai posisi terjauh hingga data yang dikirim oleh Tx tidak dapat diterima oleh Rx lagi. Pada percobaan ini baudrate diubah-ubah nilainya yakni 1200 bps, 2400 bps, dan 4800 bps.



**Gambar 25.** Grafik perbandingan penggunaan baudrate pada pengiriman data berupa karakter tanpa halangan saat lux tinggi

Pada pengujian mengenai pengiriman data komunikasi serial berupa karakter didapatkan hasil yang berbeda-beda dari setiap percobaan. Pada saat illuminant tinggi dan rendah prosentase error pada saat baudrate 1200 bps dan baudrate 2400 bps menunjukkan nilai 0%. Sedangkan pada baudrate 4800 bps pengiriman data sudah banyak mengalami error, yakni hampir seluruh posisi jarak yang berbeda menunjukkan prosentase error di atas 50%. Besarnya prosentase error ini disebabkan oleh penggunaan baudrate yang terlalu tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pengiriman data baik dilakukan pada baudrate 1200 bps dan baudrate 2400 bps. Namun dengan mempertimbangkan faktor kecepatan dalam pengiriman data, maka pada sistem ini digunakan baudrate sebesar 2400 bps.

### 4.3 Pengujian Waktu Pengiriman Data (Latency)

Untuk mengetahui besarnya waktu pengiriman rata-rata tiap satu kali request dari node terakhir ke node awal (master) kita dapat melakukan pengujian dengan cara mengirimkan data dari tiap-tiap node ke master yang selanjutnya dikirim ke PC. Pengujian dilakukan secara random, dengan ketentuan bahwa node 0 merupakan master sedangkan node 1-4 merupakan slave.

Pada pengujian komunikasi serial pengiriman data antara beberapa node dengan PC didapatkan data seperti pada Tabel 4. Setiap pengiriman data dari node slave ke master pada setiap percobaan mempunyai selang waktu yang berbeda-beda. Selang waktu yang dibutuhkan dari node paling terakhir berbeda dengan waktu yang dibutuhkan antara pengiriman data dari node slave yang terdekat dengan master. Hal ini disebabkan adanya proses pengolahan data terlebih dahulu dalam node tersebut, sebelum data tersebut diforward ke node terkecil. Semakin banyak node yang mendeteksi adanya mobil atau tidak maka proses olah data dan transfer datanya akan memakan waktu yang lama.

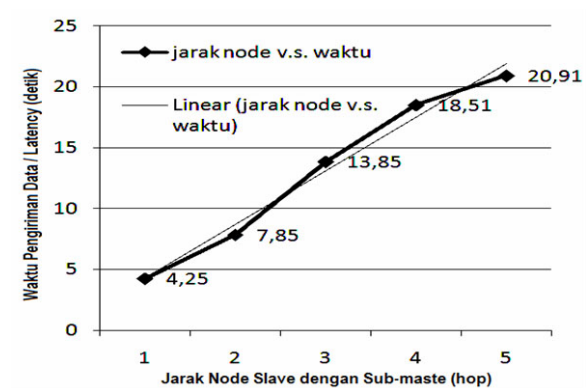
Pada data percobaan yang ditampilkan pada Tabel 4, waktu eksekusi tersingkat adalah 4,25 detik sedangkan waktu eksekusi terlama adalah 22,03 detik. Hal ini disebabkan oleh adanya delay pada setiap node yang digunakan untuk memastikan bahwa benda yang terdeteksi oleh sensor adalah benar-benar mobil. Oleh sebab itu tiap kali server meminta data kepada master dibutuhkan waktu sekian detik untuk menjalankan perintah dari server.

Dari hasil pengelompokan pada data Tabel 4 menurut jumlah node yang terisi dalam satu area sub-master, kami tidak dapat menemukan pola hubungan tertentu antara jumlah node terisi dengan lamanya waktu pengiriman data suatu area ke node master (PC). Sedangkan ketika dikelompokkan menurut jarak dalam artian jumlah lompatan (hop) dari node terjauh didapatkan suatu kecenderungan dimana waktu pengiriman akan bertambah secara linier sekitar 4,5 detik untuk setiap penambahan jarak (hop). Gambar 26 menunjukkan hal ini.

Tabel 4

Waktu yang dibutuhkan untuk satu kali eksekusi dengan penentuan node yang terisi secara random

Node yang terisi					Data	isi	Kosong	Waktu
1	2	3	4	5	Input			Eksekusi
√					254	1	4	4,25
	√				253	1	4	7,85
			√		247	1	4	17,26
				√	239	1	4	20,31
		√	√	√	226	3	2	19,36
√		√			250	2	3	15,24
√	√		√		244	3	2	18,94
	√	√	√		241	3	2	17,09
		√	√	√	233	3	2	20,78
√	√	√			248	3	2	12,45
		√		√	235	2	3	21,33
√	√	√	√		240	4	1	20,76
√	√			√	236	3	2	20,71
			√	√	231	2	3	21,87
√	√	√	√	√	224	5	0	22,03



Gambar 26. Grafik hubungan antara jarak (hop) node terjauh dengan kelambatan pengiriman data

Dengan demikian untuk satu area dengan nomor node maksimum (99) terisi diperlukan waktu kurang lebih 450 detik atau 7,5 menit. Namun demikian kontribusi terbesar dari kelambatan sebenarnya ada pada proses pendeteksian mobil yang untuk sementara ini membutuhkan waktu kurang lebih 4 detik. Waktu tersebut dapat dipercepat dengan memperbaiki

respon sensor IR pendeteksi

## 5 KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Untuk fungsi pendeteksian obyek parkir oleh node dengan IR *proximity* dapat berhasil dengan baik (100%) sampai dengan jarak 2 m. Hal ini sesuai target dari kondisi sebenarnya dimana ketinggian atap parkir yang umum adalah antara 3m, dengan tinggi obyek minimal 1m.
- 2) Pada sistem komunikasi untuk monitoring parkir lantai banyak secara nirkabel ini *baud rate* maksimal untuk pengiriman data antar node slave dapat berlangsung dengan sempurna adalah 2400 bps. Hal ini dikarenakan pada baudrate yang lebih tinggi perubahan stream data tidak dapat diikuti dengan sempurna oleh pemancar dan penerima IR.
- 3) Untuk kelambatan waktu pengiriman data ternyata dipengaruhi oleh jarak/jumlah lompatan (hop) antara node terjauh dengan sub-master. Dari pengujian diperoleh untuk setiap hop ada peningkatan kelambatan sekitar 4,5 detik. Kelambatan tersebut sebenarnya bukan diakibatkan oleh proses komunikasi tetapi lebih disebabkan proses pendeteksian obyek parkir pada tiap node yang mencapai 4 detik, sehingga perlu optimasi pada metode pendeteksian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alasiry, Ali Husein. Realization of self-Organizing Sensor Network System for Temperature Distribution Measurement, Master Thesis: Kobayashi-Ohyama lab; 2004.
- [2] All Data sheet, Website <http://www.AllDataSheet.com>, 2009.
- [3] Pribadi, Wahyu. Sistem Pendeteksian Sound Damper Dalam Navigasi Robot Cerdas Pemadam Api, Tugas Akhir : T. Elektronika PENS-ITS: 2008.
- [4] Delta, Website <http://www.delta.com>, 2009
- [5] Ardhiyansyah, M Nurdin. "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Monitoring Daya Listrik Secara wireless Multihop", Tugas Akhir: T. Elektronika PENS-ITS: 2008.

- [6] Sangadi, Hariski Priyo. "Algoritma Multihop dan Pencarian Rute Otomatis untuk Sistem Komunikasi pada monitoring daya listrik secara wireless", Tugas akhir: T. Elektronika PENS-ITS: 2008.
- [7] [http://.wahid.web.ugm.ac.id/paper/komunikasi\\_data.pdf](http://.wahid.web.ugm.ac.id/paper/komunikasi_data.pdf). Diakses pada tanggal 10 Juni 2009 pukul 22:05 WIB.
- [8] <http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-makalahentang/komunikasi-serial>. Diakses tanggal 10 Juni 2009 pukul 23:21.
- [9] Edhy Sutanta, Komunikasi Data dan Jaringan Komputer. Edisi Pertama, Yogyakarta; Graha Ilmu, 2005383.
- [10] Robert Lafore. "Pemrograman Microsoft C pada IBM" Indomicros, Cetakan Pertama, Jakarta, 1989, hal. 383.
- [11] CodeVisionAVR, help.
- [12] [12] Tomas Haenselmann, "Sensor Networks", University of Mannheim, Denmark, 2006.



**Ali Husein Alasiry** menerima gelar Sarjana Teknik (S.T.) bidang Teknik Elektronika dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 1998. Menerima gelar Master of Engineering (M.Eng.) dari bidang Mechanical and Control dari Tokyo Institute of Technology tahun 2004. Aktif sebagai pengajar program D3 dan D4 pada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya sejak 1999 hingga sekarang. Bidang penelitian yang ditekuni saat ini terutama tentang aplikasi, desain hardware, protocol dan algoritma routing pada jaringan sensor.



**Endah Suryawati Ningrum** merupakan staff pengajar di PENS-ITS Jurusan Teknik Elektronika. Menerima gelar Sarjana Teknik (S.T.) dan Magister Teknik (M.T.) dibidang Teknik Elektronika dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya secara berurutan tahun 1998 dan 2006. Bidang penelitian yang dilakukan sebagian besar tentang robotika terutama dalam teknologi Swarm Robot dan algoritma pemosisian robot, serta Reconfigurable Robot.



**Edi Satriyanto** lahir pada tanggal 28 September 1970, merupakan staff pengajar di PENS-ITS Jurusan Teknik Elektronika. Menerima gelar Sarjana Sains (S.Si) dan Magister Sains (M.Si) dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni antara lain adalah system management dan optimasi.