

Penerapan Teknologi Wireless RF Dan SMS Gateway pada Sistem Monitoring Pemakaian Air PDAM Skala Rumah Tangga yang Terintegrasi Database via Internet

Rizky Yuniar Hakkun^{#1}, Endah Suryawati Ningrum^{#2}, Ali Husen Alasiry^{#3}, Hendhi Hermawan^{#4},
#Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

¹ rizky @eepis-its.edu

² endah @eepis-its.edu

³ ali @eepis-its.edu

⁴ hendhi@student.eepis-its.edu

Abstrak

Sistem pencatatan *watermeter* PDAM yang ada di Indonesia umumnya masih menggunakan sistem yang konvensional yaitu pencatatan *watermeter* dari rumah ke rumah atau menggunakan alat yang dinamakan *handheld* yang dilengkapi dengan *barcode*. Kelemahan utama dari sistem tsb adalah jika tidak ada orang di rumah dan pintu rumah dikunci, pencatat *watermeter* tidak dapat melakukan pencatatan *watermeter*, umumnya kemudian dilakukan sistem tembak atau mengira-ira.

Sistem komunikasi yang diterapkan mampu mendukung proses pengambilan data pemakaian air oleh server melalui mikroserver dengan tingkat keberhasilan 95% untuk pihak server. Proses komunikasi data menggunakan baud rate 9600. Pemanfaatan metode enkripsi data tipe *Caesar Chipper*, pengecekan *FCS* dan mode pengalamatan 16 bit pada *wireless RF* mampu menjaga keakuratan dan keamanan data pada saat transmisi data. Penerapan teknologi *SMS Gateway* pada sistem komunikasi untuk monitoring pemakaian air PDAM skala rumah tangga ini memungkinkan untuk pengiriman data ke server untuk jarak komunikasi yang relatif jauh.

Kata kunci : *wireless RF*, enkripsi, *singlehop*, *SMS Gateway*, mikroserver, server

1. Pendahuluan

Sistem pencatatan *watermeter* di Indonesia umumnya masih bersifat konvensional. Umumnya pencatat meter harus melakukan pencatatan *watermeter* dari rumah ke rumah. Akibatnya, jika tidak ada orang di rumah atau pintu terkunci pencatat *watermeter* tidak dapat melakukan pencatatan *watermeter*[1]. Pada Tugas Akhir ini diterapkan teknologi *wireless RF* dan *SMS Gateway* untuk membangun sebuah sistem monitoring pemakaian air PDAM. Teknologi *wireless RF* dapat digunakan untuk pengiriman data pemakaian air dari konsumen ke tempat

penampungan data sementara dari beberapa konsumen yang berupa sebuah mikroserver. Mikroserver melakukan pengiriman permintaan data pemakaian air ke konsumen dengan jadwal waktu tertentu. Permintaan data dikirimkan ke suatu node tertentu yang spesifik untuk permintaan data pemakaian air.

Pemakaian teknologi *wireless RF* memiliki keterbatasan pada jarak jangkauan komunikasi dan halangan oleh sebab itu digunakan teknologi *SMS Gateway* untuk peningkatan jangkauan komunikasi dengan server. Pada sistem komunikasi yang dibuat juga diterapkan metode enkripsi tipe *Caesar Chipper* dan metode pengalamatan *short 16 bit addressing* pada *wireless RF* untuk peningkatan keamanan data selama proses komunikasi data sehingga hanya modul *wireless RF* yang spesifik saja yang dapat berkomunikasi.

2. Materi dan Metode

Beberapa perangkat sensor yang terhubung dan membentuk sebuah jaringan sensor secara *wireless* atau lebih sering disebut dengan *WSN (Wireless Sensor Network)* adalah teknologi yang sangat menjanjikan untuk suatu sistem monitoring. Suatu jaringan sensor nirkabel adalah suatu sistem yang terdiri dari *RF (Radio Frequency) transceivers*, perangkat sensor, mikrokontroler dan sumber daya (*power supply*)[2]. Jaringan sensor nirkabel dapat beroperasi pada daerah yang luas dan memiliki kelebihan dan keuntungan dalam hal biaya, ukuran, bentuk dan daya. Jaringan sensor nirkabel menawarkan akses *online* secara permanen pada kondisi atau *plant*. Suatu jaringan sensor nirkabel umumnya memiliki sebuah perangkat yang berfungsi sebagai *coordinator* dari sebuah jaringan. Pesan atau informasi dari setiap node sensor atau *end device* akan melakukan suatu komunikasi data dengan *coordinator* baik secara *peer to peer*, *singlehop* maupun *multihop* menggunakan *topologi mesh*. Jika suatu jaringan sensor

terhubung secara *singlehop* maka setiap node akan berkomunikasi dengan *coordinator* secara langsung tanpa adanya proses *buffering* [3]. Sistem monitoring telah banyak diaplikasikan dalam bidang kesehatan, agriculture, militer dan industri [4]. Arsitektur dari jaringan sensor telah mengalami perubahan menjadi sebuah topologi jaringan tertentu pada saat ini dan secara langsung jaringan sensor telah dapat mengurangi pemakaian kabel yang berlebihan [5]. Keuntungan lain dari penggunaan jaringan sensor ini adalah kemudahan dan kelayakan instalasi di tempat-tempat yang sulit dijangkau dengan kabel seperti struktur beton [6].

Teknologi ZigBee sesuai jika digunakan dalam arsitektur jaringan sensor karena memiliki konsumsi daya yang rendah. Penggunaan daya adalah sesuatu yang penting pada suatu jaringan sensor dan seharusnya pemakaian daya pada suatu jaringan sensor adalah rendah. ZigBee juga menyediakan fleksibilitas jaringan yang lebih luas dan memungkinkan penggunaan topologi jaringan yang beraneka ragam seperti topologi star, tree, dan mesh. Teknologi ZigBee juga memungkinkan adanya keanekaragaman channel dan node untuk pengalaman yang lebih banyak. Teknologi ZigBee juga memiliki kemampuan range komunikasi data yang relatif jauh yang sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing modul yang dipakai.[7].

Hariski P.S menggunakan X-Bee Pro/XBP-24/1083 untuk monitoring pemakaian daya listrik menggunakan komunikasi serial multihop. Komunikasi serial multihop digunakan untuk mengirimkan data pemakaian listrik (data KWh) ke server untuk proses monitoring. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 95% pada pihak server [8]. Akan tetapi pada pemakaian X-Bee Pro ini belum terdapat adanya pengalaman sehingga X-Bee Pro hanya berfungsi sebagai media komunikasi data wireless saja, hal ini menyebabkan adanya kerawanan pada keamanan komunikasi data. Selain itu terdapat keterbatasan jarak dari modul X-Bee Pro yang dipakai sehingga memerlukan adanya perangkat komunikasi yang memiliki range komunikasi data yang lebih jauh.

Jaringan sensor nirkabel yang terhubung secara unicast dan non-mesh topology memiliki kemampuan yang lebih baik daripada jaringan sensor yang terhubung secara topologi mesh. S. A. O'shaughnessy dan S. R. Evett dalam paper "IRT Wireless Interface For Automatic Irrigation Scheduling Of A Center Pivot System" menjelaskan bahwa jaringan sensor yang menggunakan topologi non-mesh memerlukan waktu sekitar delapan detik untuk mengumpulkan data dari 8 buah sensor [9].

Siang, B.K, Bin Ramli, A.R. Prakash, V. Bin Syed Mohamed, S.A.R dalam paper "SMS gateway interface remote monitoring and controlling via GSM SMS" menjelaskan bahwa aplikasi SMS Gateway yang menggunakan teknologi GSM/SMS dapat digunakan untuk

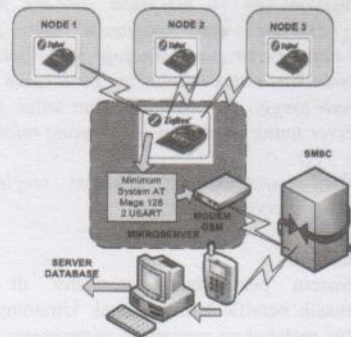
pengontrolan dan monitoring jarak jauh serta informasi tertentu ke nomor yang ditentukan jika suatu peristiwa atau event terjadi. Ahmad Solikin, Bana Handaga dan Nurgiyatna dalam paper *Perancangan dan Pembuatan Komunikasi Serial antara Handphone dan Mikrokontroler sebagai Alat Kontrol Jarak Jauh* menjelaskan bahwa dalam mengkomunikasikan handphone/ponsel dengan mikrokontroler diperlukan suatu antarmuka yang dapat mensinkronkan kedua device sehingga bisa saling bertukar data. Sistem antarmuka umumnya memanfaatkan jalur komunikasi port data ponsel yang terdapat pada bagian bawah ponsel untuk dapat berkomunikasi secara serial dengan mikrokontroler, dalam komunikasi serial ada 2 hal pokok yang harus disesuaikan yaitu: level tegangan dan kecepatan laju data (baud rate), setelah kedua hal ini disesuaikan maka kedua device bisa berkomunikasi [10].

Keamanan data saat terjadi komunikasi data pada suatu jaringan sensor nirkabel perlu dijaga sehingga diperoleh data yang akurat. Salah satu metode pengamanan data dalam menggunakan sistem enkripsi. Agar suatu data yang terenkripsi sulit dipecahkan maka diperlukan suatu kunci yang benar-benar acak untuk setiap paket data/informasi yang dikirimkan. Anggriawan Sugianto dalam paper "Vigènere Chiper dengan Modifikasi Fibonacci" melakukan suatu modifikasi pada Vigenere Chiper dengan suatu kunci yang dinamik atau berubah-ubah untuk setiap data yang akan dienkripsi [11].

3. Implementasi Sistem

Pada perencanaan sistem ini, terdiri dari blok diagram perencanaan sistem, perencanaan mekanik, perencanaan hardware dan perencanaan software

A. Perencanaan sistem



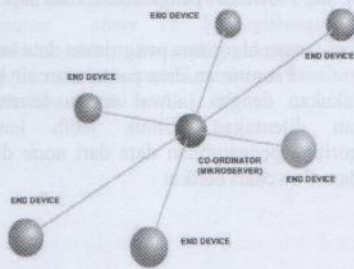
Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Sesuai gambar 3.1 di atas sistem menggunakan *wireless RF* dan *SMS Gateway* untuk proses komunikasi. Kedua jenis komunikasi ditangani oleh AT Mega-128 sebagai unit pemroses pada *mikroserver*. Mikroserver akan

melakukan pengambilan data pemakaian air secara terjadwal menggunakan modul *wireless RF*. Proses pengambilan data pemakaian air pada setiap *node* dilakukan secara *single hop* sehingga pada proses komunikasi sepanjang *node* sampai *mikroserver* tidak ada proses *buffering* [3]. Selanjutnya data yang telah terkumpul akan dijadikan suatu paket data yang berisi data pemakaian air masing-masing *node* untuk selanjutnya dikirimkan ke *server* menggunakan *SMS Gateway* untuk pemrosesan data selanjutnya. Proses pengambilan data dari sensor ini dilakukan dengan sistem *request-respon* artinya proses komunikasi data dikontrol oleh *mikroserver* sehingga meminimalkan terjadinya *collison* (tabrakan data) seperti pada sistem dengan *autosend* dimana tidak ada kontrol pada setiap *node* [12].

B. Topologi Jaringan

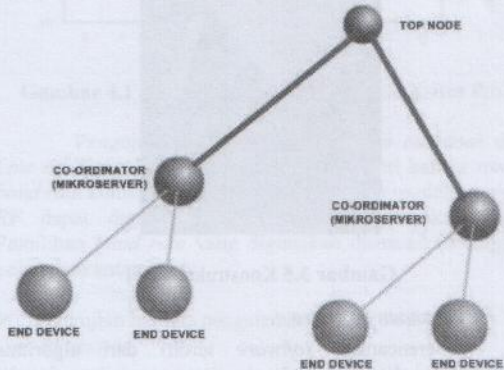
Topologi jaringan yang dibangun secara keseluruhan merupakan sebuah topologi jenis tree dimana terdapat sebuah perangkat (*device*) yang berperan sebagai top node. Pada sistem komunikasi yang dibuat ini yang berperan sebagai top node adalah server dengan *SMS Gateway* sebagai media komunikasi. Top node ini memiliki beberapa cabang (*branch*) yang terdiri dari beberapa kumpulan modul *wireless RF*. Kumpulan modul *wireless RF* ini membentuk topologi star dengan sebuah modul *wireless RF* yang berperan sebagai *Co-ordinator*. *Co-ordinator* direalisasikan pada *mikroserver* untuk menangani komunikasi dengan setiap modul *wireless RF* yang berperan sebagai *End Device* pada sebuah kumpulan modul *wireless RF*. *End Device* terhubung langsung dengan sistem sensor yang akan mengukus data pemakaian air menggunakan sensor hall effect. Antara *mikroserver* dengan server saling berkomunikasi menggunakan *SMS Gateway*. Artinya *mikroserver* sebagai *branch* dari topologi tree secara keseluruhan memiliki 2 media komunikasi yaitu *wireless RF* yang terhubung dengan setiap *End Device* dan *SMS Gateway* yang menghubungkan *mikroserver* sebagai *branch* dengan server sebagai top node.



Gambar 3.2 Topologi star

Gambar 3.2 menunjukkan topologi star yang dibangun untuk komunikasi secara *wireless RF*. Jenis

topologi ini memiliki kekurangan berupa keterbatasan jalur (*link*) komunikasi antara *Co-ordinator* dengan *End Device*. *End Device* hanya dapat berkomunikasi dengan *Co-ordinator* melalui 1 link saja. Oleh karena itu pada sistem komunikasi ini dilakukan penjadwalan komunikasi dan pengecekan kondisi *node* untuk menghindari kegagalan komunikasi (*fail*) pada sebuah *node* sehingga tidak mengganggu komunikasi keseluruhan. Pada saat pengecekan diberikan sebuah *time-out* untuk pendeteksian aktif/tidaknya *node* tsb.

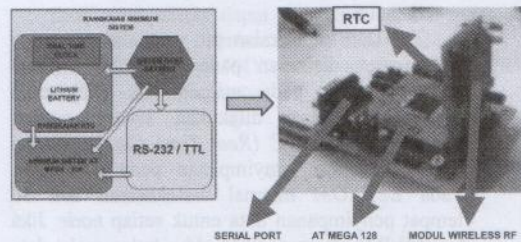


Gambar 3.3 Topologi Tree

C. Perencanaan Hardware

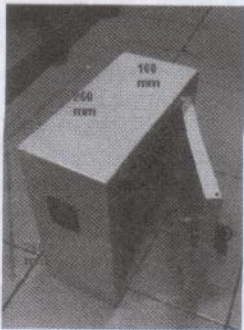
Pada sistem komunikasi ini menggunakan AT MEGA 128 untuk melakukan proses komunikasi dengan server dan masing-masing *node*. Pada AT MEGA 128 mempunyai konfigurasi sebagai berikut :

1. Frekuensi clock sebesar 11,0592 MHz
2. Menggunakan 2 buah komunikasi serial *USART* untuk komunikasi dengan modem *GSM* dan modul *wireless RF*. Untuk komunikasi dengan modem *GSM* digunakan converter MAX 232 untuk merubah tegangan TTL ke tegangan CMOS.
3. Dilengkapi dengan rangkaian RTC untuk penjadwalan waktu pengiriman data yang terhubung secara *I2C*.
4. Sumber daya menggunakan baterai.



Gambar 3.4 Rangkaian Minimum System

Untuk perlindungan rangkaian yang diletakkan pada lingkungan luar (*out door*), rangkaian yang terdiri dari minimum system, modem GSM dan baterai sebagai *back up* diletakkan pada sebuah panel yang terbuat dari *plat* besi agar terhindar dari perubahan cuaca dan gangguan lingkungan.



Gambar 3.5 Konstruksi panel

D. Perencanaan Software

Perencanaan *software* terdiri dari algoritma pengambilan data dari *node*, algoritma pengiriman data ke *server*, protokol dan enkripsi/deskripsi data.

1. Perencanaan protokol

Secara umum protokol data yang dirancang terdiri dari beberapa komponen protokol yaitu :

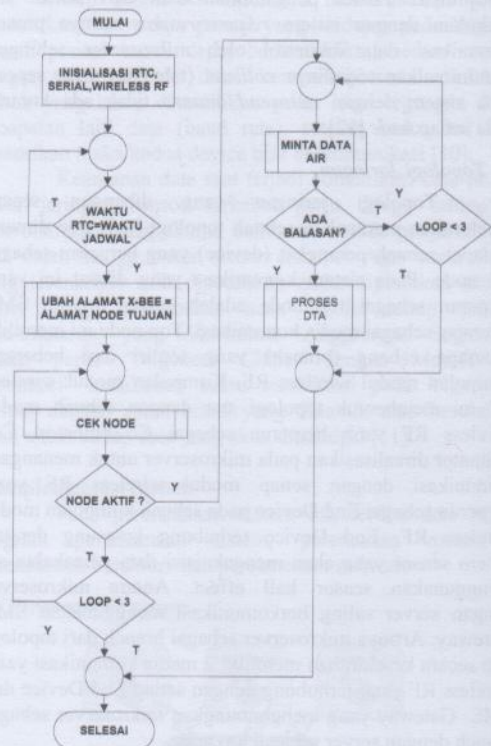
- *Delimiter* ('@') digunakan sebagai awal dari protokol maupun untuk pemisah data
- Alamat *mikroserver*, alamat MY *mikroserver*
- Alamat *Node*, alamat MY *node*
- Data yang diinginkan
- Kode data, menunjukkan jenis data yang dikirim
- FCS, nilai XOR data yang dikirim
- *Terminator* (*), akhir dari protokol

2. Pengaturan penyimpanan data pemakaian air sementara

Data pemakaian air yang diterima oleh *mikroserver* disimpan pada *EEPROM* internal *mikrokontroller* pada *mikroserver*. Pengaturan penyimpanan data dilakukan secara *routing* dengan tanggal *RTC* (*Real Time Clock*) sebagai penunjuk lokasi penyimpanan pada *EEPROM*. Pada *EEPROM* internal dialokasikan ada 30 tempat penyimpanan data untuk setiap *node*. Jika tanggal *RTC* menunjukkan akhir bulan maka data yang diterima akan disimpan pada *indeks* penyimpanan paling awal (0).

3. Perencanaan algoritma pengambilan data dari *node*

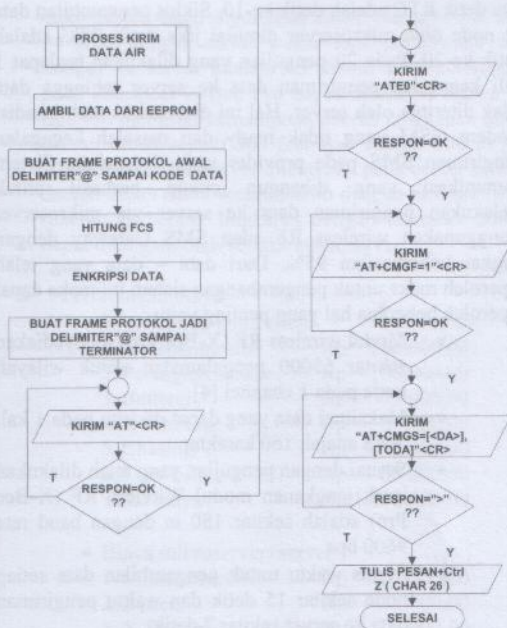
Pengambilan data dari *node* dilakukan dengan jadwal waktu tertentu yang telah ditentukan. Untuk lebih lengkapnya algoritma pengambilan data dari *node* dijelaskan dalam flowchart berikut :



Gambar 3.6. Flowchart pengambilan data dari *node*

4. Perencanaan algoritma pengiriman data ke server

Pengiriman data pemakaian air ke server dilakukan dengan jadwal waktu tertentu yang telah ditentukan. Untuk lebih lengkapnya algoritma pengambilan data dari *node* dijelaskan dalam flowchart berikut :



Gambar 3.7. Flowchart pengiriman data ke server

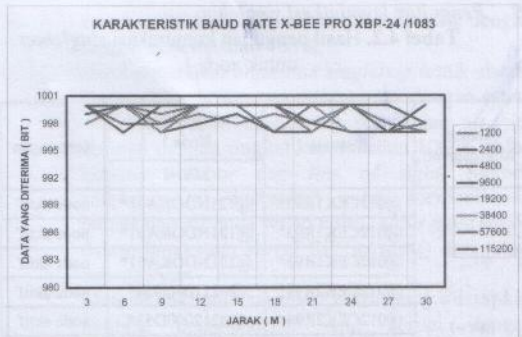
5. Perencanaan enkripsi/deskripsi data

Pada sistem enkripsi yang dibuat nilai pergeseran ditentukan oleh suatu konstanta ditambah nilai BCD dari elemen FCS yang kedua. Elemen dari protokol yang dienkripsi / dideskripsi adalah setelah delimiter "@" sampai data yang dikirimkan, untuk code data, FCS dan terminator tidak dienkripsi. Metode yang digunakan adalah Caesar Chipper dengan konstanta pergeseran ditentukan oleh nilai ASCII bit kedua FCS

4. Hasil

Pengujian sistem terbagi atas beberapa pengujian yaitu pengujian baudrate wireless RF, pengujian mode pengalamatan short 16 bit addressing, pengujian komunikasi singlehop, pengujian enkripsi / deskripsi data dan pengujian sistem komunikasi secara keseluruhan.

A. Pengujian baud rate wireless RF



Gambar 4.1 Grafik karakteristik baud rate X-Bee Pro

Pengujian dilakukan pada kondisi out door dan Line Of Sight. Dari grafik di atas diketahui bahwa range baud rate komunikasi yang disediakan oleh modul wireless RF dapat digunakan untuk proses komunikasi data. Pemilihan baud rate yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan antarmuka.

- Pengujian metode pengalamatan short 16 bit addressing

Tabel 4.1. Hasil pengujian metode pengalamatan short 16 bit addressing

Alamat Mikro server	Node 1	Node 2	Node 3
	MY=2	MY=3	MY=4
MY=1 DL=2	@012CEK1R93*	-	-
	@012CEK1R93*	-	-
	@012CEK1R93*	-	-
MY=1 DL=3	-	@013CEK1R92*	-
	-	@013CEK1R92*	-
	-	@013CEK1R92*	-
MY=1 DL=4	-	-	@014CEK1R91*
	-	-	@014CEK1R91*
	-	-	@014CEK1R91*

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa paket data yang dikirim hanya diterima oleh modul wireless RF yang memiliki alamat diri (MY) yang sama dengan alamat tujuan (DL) dari mikroserver.

B. Pengujian komunikasi singlehop

Tabel 4.2. Hasil pengujian komunikasi singlehop untuk node 1

Alamat Mikroserver	Request	Respon Dari Node 1	Keterangan
		MY=3	
MY=1 DL=2	@012CEK1R93*	@121INDOKA61*	node aktif
	@012CEK1R93*	@121INDOKA61*	node aktif
	@012CEK1R93*	@121INDOKA61*	node aktif
	@012CEK2R94*	@0211000D54*	node aktif
	@012CEK2R94*	@0212000D53*	node aktif
	@012CEK2R94*	@0213000D52*	node aktif
	@012CEK1R93*	-	node non aktif
	@012CEK1R93*	-	node non aktif
	@012CEK1R93*	-	node non aktif

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa komunikasi singlehop yang diterapkan cukup berhasil. Request data oleh mikroserver diterima sengan lengkap oleh node dan pada mikroserver diterima respon data berupa data pemakaian air. Jika node tidak akti akan dilakukan request pengecekan node sebanyak 3 kali.

C. Pengujian enkripsi / deskripsi data

Tabel 4.3. Hasil Pengujian enkripsi / deskripsi data

Data Asli	FCS Bit Ke-2	Konstanta Shift	Shift Total	Data Enkripsi
@012CEK1R93*	3	48	51	@cdevx~R93*
@013CEK1R92*	2	48	50	@bceuw}R92*
@014CEK1R91*	1	48	49	@abstv bR91*
@012CEK2R94*	4	48	52	@defwyfR94*
@013CEK2R95*	5	48	53	@efhxz!gR95*
@014CEK2R88*	8	48	56	@hil{}\$jR88*

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa metode enkripsi / deskripsi yang diterapkan mampu mengenkripsi data sesuai dengan nilai konstanta pergeseran yang ditentukan oleh nilai bit kedua FCS+konstanta pergeseran (48). Pergeseran yang dilakukan adalah pergeseran nilai ASCII dari masing – masing karakter pada paket data.

D. Pengujian sistem komunikasi secara keseluruhan

Pada proses pengiriman data ini komunikasi data ini diuji dalam satu ruangan dengan jarak node-mikroserver sekitar 7m dan jarak mikroserver-server sekitar 7m. Pengujian ini dilakukan dengan kondisi semua node aktif. Pengiriman data ke server oleh mikroserver akan dilakukan

jika detik RTC adalah detik ke-10. Siklus pengambilan data ke node oleh mikroserver dimulai jika detik RTC adalah detik ke-20. Pada 20 pengujian yang dilakukan terdapat 1 kali kegagalan pengiriman data ke server sehingga data tidak diterima oleh server. Hal ini disebabkan oleh kondisi modem GSM yang tidak ready dan masalah kegagalan pengiriman SMS pada provider yang digunakan. Sistem komunikasi yang dibangun cukup berhasil untuk melakukan pengiriman data ke server via mikroserver menggunakan wireless RF dan SMS Gateway dengan tingkat keberhasilan 95%. Dari data – data yang telah diperoleh maka untuk pengembangan sistem ini maka dapat diperoleh beberapa hal yang penting yaitu :

- Modul wireless RF (X-Bee Pro) menyediakan sekitar 65000 pengalaman untuk wilayah kerja pada 1 channel [4].
- Maksimal data yang dapat dikirim pada 1 kali SMS adalah 160 karakter
- Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan, jarak jangkauan modul Wireless RF (X-Bee Pro) adalah sekitar 180 m dengan baud rate 9600 bps
- Siklus waktu untuk pengambilan data setiap node sekitar 15 detik dan waktu pengiriman data ke server sekitar 7 detik .

E. Analisa Ekonomi

➤ Efektifitas paket data

Dari beberapa hal penting di atas maka untuk pengembangan sistem komunikasi ini dengan acuan pengiriman data setiap node ke server dipaket dalam 1 SMS maka kemampuan sebuah mikroserver dalam pengambilan data ke node dapat ditentukan sebagai berikut :

- Karakter untuk header , tail, bulan, tahun dan kode mikroserver adalah 17 karakter
- Data untuk setiap node (alamat MY , data pemakaian air dan pemisah '#') adalah 9 karakter
- Jumlah sisa karakter SMS = $160 - 17 - 9 = 134$ karakter
- Jumlah node yang mampu ditangani oleh sebuah mikroserver berdasarkan kapasitas maksimal 1 SMS adalah : $134 / 9 = 14$ buah
- Dari data di atas (1 mikroserver dapat menangani 14 buah node) maka waktu eksekusi total untuk 1 siklus pengiriman data dari node ke server adalah : $(14 \times 15) + (1 \times 7) = 210 + 7 = 217$ detik = 3,5 menit.

Dari uraian data di atas dapat dilihat bahwa untuk pengembangan sistem ini dengan acuan maksimal pesan dalam 1 SMS adalah 160 karakter maka 1

mikroserver dapat digunakan untuk pengambilan data 14 node dengan siklus waktu total pengiriman data sampai ke server adalah 3,5 menit. Dari keterangan pada datasheet X-Bee Pro dapat diketahui bahwa X-Bee Pro memiliki kemampuan daerah jangkauan untuk daerah urban sejauh 300 feet atau sekitar 100 m [4]. Jika sebuah mikroserver diletakkan pada center sebuah daerah urban maka sebuah daerah dengan jari-jari 100m (daerah berbentuk lingkaran dengan diameter 200m) dapat ditangani oleh sebuah mikroserver.

➤ Perhitungan biaya

- Biaya setiap node/client
 1. Mikrokotroller Rp 200.000,00
 2. Perangkat sensor Rp 100.000,00
 3. Baterai Rp 75.000,00
 4. X-Bee Pro Rp 500.000,00
 5. Chasing Rp 75.000,00
 6. Lain-lain Rp 50.000,00
 - Total biaya Rp 1.000.000,00
- Biaya mikroserver+server
 1. Mikrokotroller Rp 250.000,00
 2. Baterai Rp 75.000,00
 3. X-Bee Pro Rp 500.000,00
 4. Chasing Rp 75.000,00
 5. HP Siemens Rp 150.000,00
 6. Modem GSM Rp 1.750.000,00
 7. Lain-lain Rp 50.000,00
 - Total biaya Rp 2.850.000,00

Biaya setiap node/client dibebankan kepada konsumen sedangkan biaya mikroserver dan server dibebankan kepada PDAM selaku produsen. Biaya di atas dihitung dengan asumsi setiap komponen dibeli per buah. Artinya jika dilakukan produksi secara massal (>100), maka harga beli komponen dapat ditekan seminimum mungkin sekitar 20%-30% karena harga komponen bersifat eksponensial turun untuk pembelian yang semakin besar. Jangkauan daerah yang dapat dijangkau oleh mikroserver juga akan menentukan pula besarnya biaya yang akan dikeluarkan oleh PDAM selaku produsen. Jika jangkauan mikroserver semakin luas maka jumlah mikroserver untuk menangani client pada daerah yang sama akan semakin sedikit sehingga menghemat biaya yang akan dikeluarkan oleh PDAM selaku produsen.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari keseluruhan pembuatan, pengujian dan analisa sistem komunikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Mode pengalamatan short 16 bit addressing dapat digunakan untuk pengiriman paket data ke modul

wireless RF yang memiliki alamat spesifik dengan tingkat keberhasilan 100%.

2. Hasil penerapan algoritma *singlehop* untuk sistem komunikasi data antara *mikroserver* dengan setiap *node/slave* pada monitoring pemakaian air ini optimal dengan tingkat keberhasilan 100 % untuk kondisi *outdoor* dan *line of sight*. Metode *singlehop* ini diterapkan untuk memonitoring pemakaian air pada setiap *node / slave* yang masih dalam jangkauan sinyal RF (*wireless*) dari pihak *mikroserver*.
3. Metode enkripsi data tipe *Caesar* yang diterapkan mampu mengenkripsi data sesuai dengan konstanta pergeseran yang ditentukan oleh nilai ASCII bit kedua dari FCS.
4. Kombinasi mode pengalamatan *short 16 bit addressing* dan enkripsi / deskripsi data mampu menjaga keamanan data selama proses komunikasi data
5. Sistem komunikasi yang dibangun dapat mengirimkan data pemakaian air dari konsumen ke server dengan menggunakan *wireless RF* dan *SMS Gateway* dengan tingkat keberhasilan 95% pada pihak server.

6. Saran

Dari beberapa uraian di atas dapat dilakukan pengembangan-pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan dari sistem yang akan dibangun. Hal-hal yang dapat dikembangkan adalah :

- Alternatif lain untuk meningkatkan jangkauan pengiriman data perlu dicoba menggunakan metode multihop.
- Peningkatan metode enkripsi untuk pengamanan data selama transmisi
- Metode pengiriman data ke server yang lebih akurat dan tidak tergantung pada *traffic* jaringan dari provider penyedia layanan SMS.

Referensi

- [1]. Kapanlagi.com, "Mark Up" Pencatatan Water meter.2008. Diakses 21 Desember 2008, dari Pernik Berita Kapanlagi.com.
<http://www.pacamat.com/%E2%80%9Dmark-up%E2%80%9D-pencatatan-meter-air/>
- [2]. N. Wang, N. Zhang and M. Wang, Wireless sensors in agriculture and food industry – recent development and future perspective, Computer and Electronics in Agriculture 50 (2006), pp. 1–14.
- [3]. A. Birman, A. Kershenbaum, " Routing and Wavelength Assignment Methods in Single-Hop All-Optical Networks with Blocking", *Fourteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*.

- 'Bringing Information to People', *Proceedings, IEEE, vol.2, Page(s): 431 -438, 1995.*
- [4] F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam and E. Cayirci, *Wireless sensor networks: a survey, Computer Networks 38 (2002), pp. 393-422.*
- [5] Maxwell, D., Williamson, R., 2002. *Wireless temperature monitoring in remote systems, sensors. Sensorsmag, October 2002. <<http://www.sensorsmag.com/articles/1002/26/main.shtml>>.*
- [6] Norris, A., Saafi, M., Romine, P., 2008. *Temperature and moisture monitoring in concrete structures using embedded nanotechnology/microelectromechanical systems (MEMS) sensors. Construction and Building Materials 22 (2) (February), 111-120.*
- [7] Baronti, P., Prashant, P., Chook, V.W.C., Chessa, S., Gotta, A., Fun Hu, Y., 2007. *Wireless sensor networks: wireless sensor networks: a survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards. Computer Communications 30 (7) (May), 1655-1695.*
- [8] Priyo, Harisky " *Algoritma Multihop dan Pencarian Rute Otomatis pada Monitoring Pemakaian Daya Listrik secara Wireless "*, PENS-ITS.
- [9] S. A. O'shaughnessy And S. R. Evett , *IRT Wireless Interface For Automatic Irrigation Scheduling Of A Center Pivot.*
- [10] Solikhin, Akhmad, " *Perancangan dan Pembuatan Komunikasi Serial antara Handphone dan Mikrokontroler sebagai Alat Kontrol Jarak Jauh*", Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [11] Sugianto, Anggriawan " *Vigènere Chiper dengan Modifikasi Fibonacci Teknik Informatika - STEI - ITB, Bandung.*
- [12] Saha, Suyahana , Peter Bajcsy, " *System Design Issues in Single-hop Wireless Sensor Networks*", National Center for Supercomputing Applications (NCSA) University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, USA. 2007.