BAB III

RANCANGAN SISTEM

Sistem ini bekerja dengan menggunakan *solenoid valve* sebagai katup utama dari air rumah terhitung setelah meteran air PDAM ataupun sumber air tanah. Dengan mengatur tertutup maupun terbukanya katup air, aliran air dapat dihentikan apabila kebocoran penggunaan telah terdeteksi oleh sistem ataupun sengaja ditutup karena pemilik rumah sedang berada di luar rumah. Kemudian *flow sensor* digunakan untuk pendataan jumlah pemakaian air sekaligus pendeteksi kebocoran penggunaan, dimana dengan adanya aliran air akan mengaktifkan *sensor* air ini. Kemudian agar sistem air dapat dikontrol dari jarak jauh alat perlu diberikan kemampuan untuk dapat berkomunikasi jarak jauh, sehinggan pada sistem air ini diberikan *GSM Module,* komunikasi menggunakan jaringan GSM dapat menjadi sebuah pilihan karena jaringan GSM sudah semakin meluas di kawasan Indonesia dan juga proses untuk perintah jarak jauh cukup dengan mengirimkan SMS, dimana SMS adalah sebuah fitur dasar sebuah telepon seluler. Sehingga dengan adanya *GSM Module* sistem air dapat diberikan perintah jarak jauh dengan hanya mengirimkan perintah melalui SMS selama pengguna memiliki telepon seluler.

3.1 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi dari sistem air yang dirancang adalah sebagai berikut.

- Menggunakan sebuah *flow sensor* untuk mencatat jumlah air yang terpakai dan mengecek aliran dalam tes kebocoran penggunaan
- Menggunakan sebuah *solenoid valve* untuk menutup dan membuka saluran air

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

- Menggunakan sebuah *GSM module* untuk menerima perintah melalui media SMS
- Menggunakan sebuah 16x2 LCD untuk menampilkan menu
- Menggunakan sebuah EEPROM untuk menyimpan kode pin, data pemakaian air berdasarkan tanggal
- Menggunakan sebuah *RTC module* untuk mengetahui waktu dan tanggal dalam penyimpanan data
- Menggunakan *rechargeable battery* untuk *emergency power supply* pada saat terjadi *power failure*
- Menggunakan sebuah kabel *utp / stp* untuk menghubungkan sistem utama dengan sub-sistem
- Pemberian kode pin, tanggal dan waktu dilakukan pada saat pertama kali sistem dijalankan
- Pengubahan kode pin, tanggal dan waktu dapat dilakukan kembali pada pilihan menu
- Pengecekan status, kode pin dan tanggal waktu dilakukan setiap sebelum sistem akan berjalan
- Pengecekan jumlah air pemakaian dilakukan setelah mendapatkan tanggal dari RTC
- Penulisan *update* data dilakukan setiap 1 jam dengan ada perubahan nilai pada jumlah pemakaian
- Sistem memiliki 3 mode, mode *normal*, *test*, dan *away*
- Ketika dalam mode *normal* sistem melakukan rutinitas pembacaan dan pencatatan jumlah penggunaan air secara *normal*

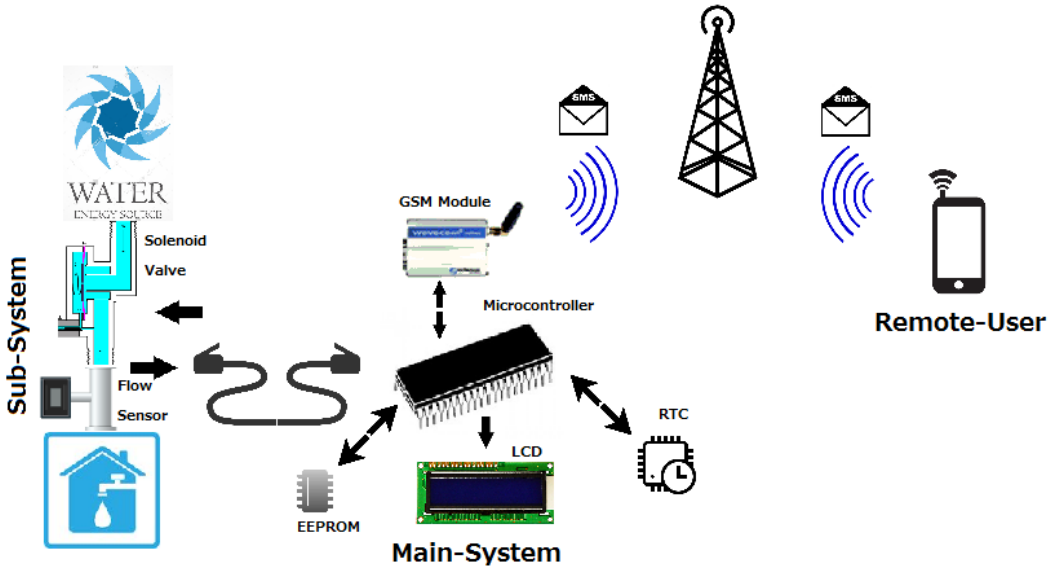
Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

- Ketika dalam mode *test* sistem melakukan rutinitas pembacaan ditambah dengan pengecekan aliran air untuk mendeteksi kebocoran penggunaan
- Pengecekan kebocoran penggunaan memiliki *threshold* sebesar 5 menit
- Ketika dalam mode *away* sistem menutup katup utama dan menunggu untuk penggantian mode dari pengguna
- Perintah penggantian mode dapat dilakukan dengan menekan tombol pada sistem atau menggunakan SMS
- Pengecekan perintah melalui media SMS dilakukan dengan membandingkan 6 digit kode pin yang telah didefinisikan di sistem utama
- Jumlah data pemakaian air pada hari terkait akan dikirimkan kembali ke pengirim SMS setelah berhasil melakukan konfirmasi
- Jumlah pemakaian air pada hari terkait dan total penggunaan sampai hari terkait dapat dilihat dengan menekan tombol pada sistem utama

3.2 Rancangan Keseluruhan Sistem

Pada penelitian ini, penulis merancang sebuah sistem air yang sedemikian rupa agar tidak hanya mencatat jumlah air melainkan agar juga dapat mendeteksi kebocoran penggunaan air dan mampu menerima perintah jarak jauh dengan menggunakan fitur SMS pada telepon genggam pengguna. Gambar 3.1 di bawah ini adalah rancangan keseluruhan sistem pada penelitian ini.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016



Gambar 3.1 Rancangan Keseluruhan Sistem

Pada rancangan keseluruhan sistem dalam penelitian ini, sistem air dirancang dengan menggunakan modul GSM sehingga dapat dikontrol dari jarak jauh. Pada rancangan sistem air, katup utama dapat dinyalakan dan dimatikan dari jarak jauh menggunakan perintah SMS pada telepon genggam pengguna menggunakan jaringan GSM. Pemakaian air pada hari terkait juga dapat dilihat pada SMS balasan dari sistem air. Selain menggunakan SMS sistem air juga dapat dikontrol secara langsung dengan menggunakan *interface* yang tersedia pada sistem utama. Pada pengontrolan langsung, penggantian data sistem seperti penggantian kode pin, tanggal dan waktu dapat dilakukan. Selain itu, sistem air juga dapat mendeteksi kebocoran penggunaan setelah memasuki mode *test*, dimana terbacanya aliran air setelah jenjang waktu yang telah diberikan menyatakan adanya keran air yang tidak tertutup.

Dalam rancangan sistem ini, sistem air dapat menerima perintah jarak jauh dari pengguna dengan menggunakan modul GSM. Jaringan GSM merupakan jaringan nirkabel yang sudah cukup luas jangkauan nya di Indonesia, sehingga

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

dipilih untuk memudahkan proses pemberian perintah jarak jauh. Modul GSM sendiri dipilih karena modul memungkinkan komunikasi dengan mikrokontroler dengan menggunakan komunikasi serial.

Pada penelitian ini sistem terdiri dari 3 mode:

1. Dalam mode *normal* pada dasarnya sistem air akan membaca dan mencatat jumlah pemakaian air selama sistem berjalan. Data jumlah pemakaian yang telah tersimpan pada RAM sistem akan disimpan ke dalam EEPROM setiap 1 jam sekali dan apabila jumlah pemakaian telah mengalami perubahan dari data tersimpan terakhir. Proses penyimpanan data menggunakan informasi yang diberikan oleh modul RTC yang meliputi tanggal dan bulan dari hari pemakaian.
2. Pada mode *test*, sistem memberikan jenjang waktu sebanyak 5 menit untuk sebelum sistem membaca aliran air sebagai pendeteksi kebocoran penggunaan air. Apabila tidak terdeteksi adanya kebocoran penggunaan air, sistem akan mengembalikan mode ke mode *normal*, namun apabila terdeteksi adanya kebocoran penggunaan sistem akan mengubah mode ke mode *away*.
3. Dalam mode *away*, sistem menganggap pengguna tak berada di dalam rumah maka katup utama saluran akan ditutup. Pada saat terdeteksi kebocoran penggunaan pada mode *test* juga sistem akan secara otomatis masuk kedalam mode *away*, hal ini dilakukan untuk menyelamatkan air. Selama dalam mode *away* sistem tidak akan berubah mode sampai ada perintah penggantian mode dari pengguna.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

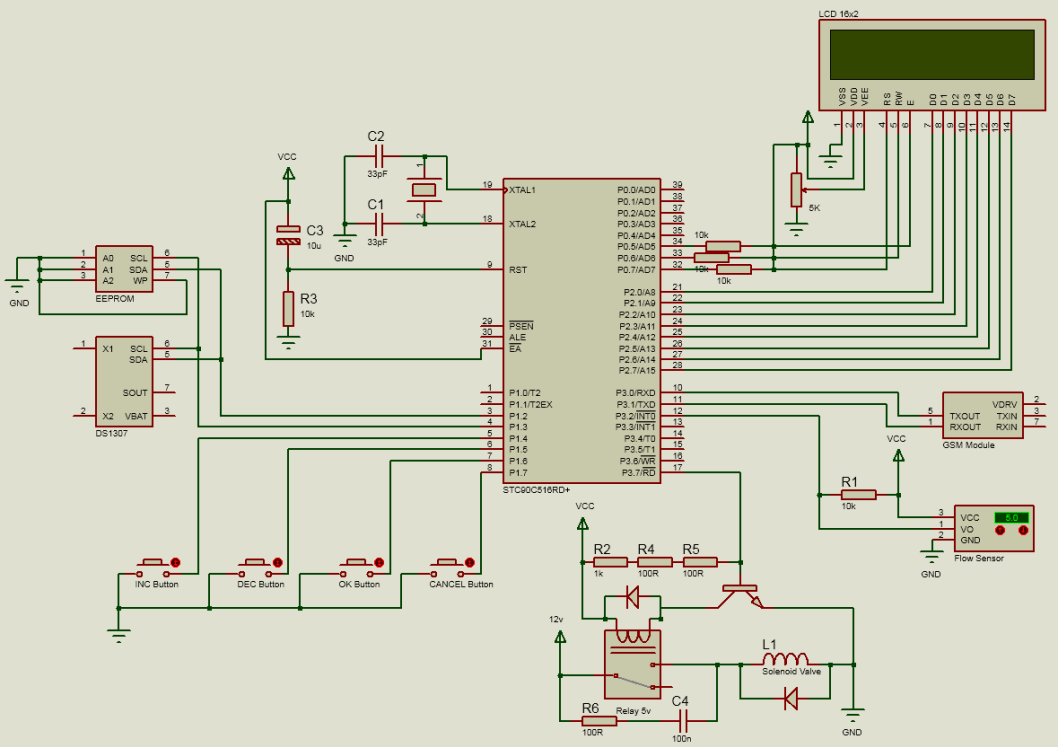
Perintah penggantian mode dapat dilakukan melalui menu pada sistem utama maupun melalui perintah SMS. Penggantian mode pada sistem utama dilakukan dengan memilih menu pengganti mode kemudian memilih mode yang diinginkan. Sedangkan penggantian melalui SMS dapat dilakukan dengan mengirimkan kode pin dan nama mode sistem yang dinginkan. Kode pin digunakan untuk melindungi sistem dari pengirim SMS selain pengguna, dimana kode pin dapat didefinisikan sendiri oleh pengguna. Setelah konfirmasi penggantian mode telah berhasil sistem akan mengirimkan *reply* SMS ke pengirim SMS untuk memberikan informasi jumlah penggunaan air pada hari terkait.

3.3 Rancangan Perangkat Keras

Komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan sistem air adalah sebagai berikut.

- Board development dengan STC90C516RD+
- Satu buah *flow sensor*
- Satu buah *solenoid valve*
- Satu buah EEPROM ATC2464
- Modul GSM SIM900A
- Modul Tiny RTC
- Satu buah relay DC 5V
- Satu buah LCD 16x2
- Dua buah port *Ethernet*
- Satu buah LM2596 *buck converter*

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016



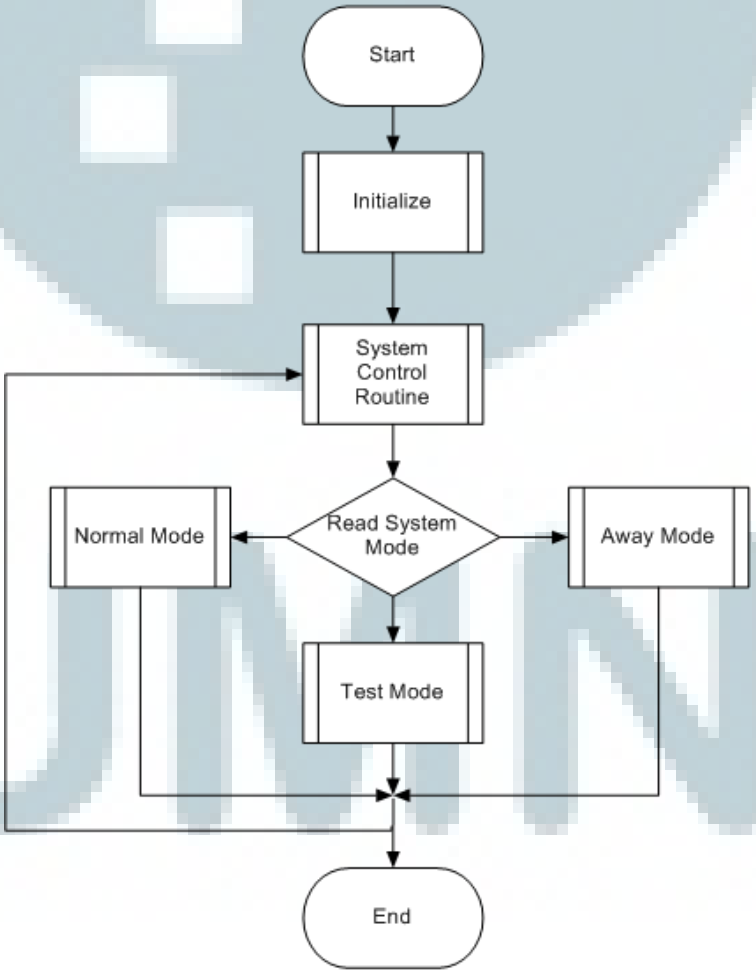
Gambar 3.2 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pada rancangan perangkat keras sistem air tersebut, *flow sensor* berguna untuk membaca jumlah air yang telah melewati sensor. *Solenoid valve* digunakan untuk menutup dan membuka aliran air utama pada sistem. Hasil bacaan dari *flow sensor* kemudian akan diterima dan diproses oleh mikrokontroler. Modul RTC digunakan untuk mengetahui tanggal dan waktu. EEPROM digunakan untuk menyimpan data pemakaian setiap 1 jam. Relay digunakan sebagai switch untuk mematikan dan menghidupkan *solenoid valve*. LCD digunakan untuk tampilan dalam pengaturan secara langsung. Agar sistem dapat menerima perintah jarak jauh melalui SMS modul GSM digunakan dan dihubungkan ke mikrokontroler. Port *Ethernet* digunakan untuk menghubungkan sirkuit sistem utama dengan sub-sistem menggunakan kabel LAN. *Buck converter* digunakan untuk mengubah voltase sumber dari DC 12V ke 5V pada mikrokontroler, *flow sensor*, dan pada modul GSM.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

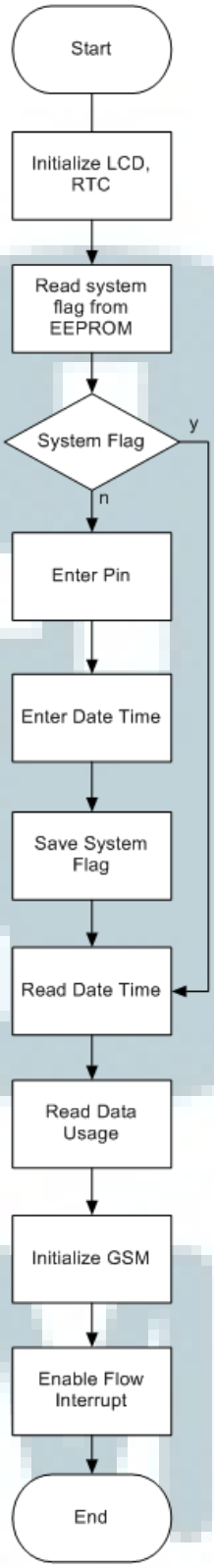
3.4 Rancangan Perangkat Lunak

Program pada perangkat lunak sistem air ini dibuat dengan menggunakan bahasa C. Komunikasi serial antara mikrokontroler dengan modul GSM menggunakan *baud rate* 9600 bps. Penjelasan lebih lanjut mengenai rancangan perangkat lunak pada sistem air dapat dilihat dari *flowchart*. *Flowchart* pada rancangan perangkat lunak berikut ini terdiri dari *flowchart* utama dan empat buah *flowchart sub*-proses, yang terdiri dari *flowchart* inisialisasi, *flowchart* normal mode, *flowchart* test mode, dan *flowchart* away mode. *Flowchart* utama adalah keseluruhan alur program mulai dari saat sistem air dihidupkan hingga akhir proses program. Gambar 3.3 berikut ini menggambarkan *flowchart* utama.



Gambar 3.3 *Flowchart* Utama Sistem Air

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016



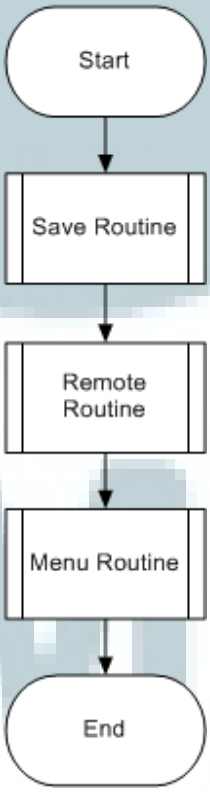
Gambar 3.4 *Flowchart* Initialize pada Sistem Air

Gambar 3.4 di atas menggambarkan *flowchart* initialize. *Sub*-proses initialize pada *flowchart* utama merupakan fungsi yang menginisialisasi sistem air.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

Dengan membaca EEPROM sistem membaca hadirnya data kode pin, tanggal dan waktu. Setelah mendapatkan tanggal dan waktu sistem akan membaca data pemakaian sesuai dengan tanggal dan bulan, atau membuat yang baru apabila data masih kosong. Kemudian sistem mengaktifkan modul GSM dan *flow sensor interrupt*.

Pada *sub*-proses system control routine merupakan fungsi yang sudah memasuki fase perulangan sistem. Sistem akan melakukan rutinitas penyimpanan apabila memenuhi kriteria penyimpanan dan pembacaan perintah SMS untuk mengubah mode. Kemudian pada rutinitas menu menyajikan tampilan untuk pengontrolan langsung pada alat. Gambar 3.5 menggambarkan *flowchart* System Control Routine.

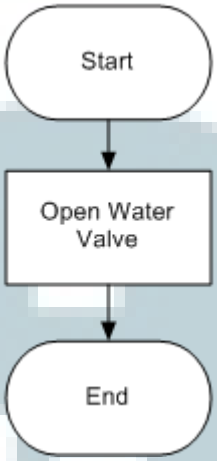


Gambar 3.5 *Flowchart* System Control Routine pada Sistem Air

Dalam rancangan perangkat lunak sistem air, terdapat sebuah *sub*-proses bernama mode *normal*. Dalam mode *normal* mempunyai arti sistem berjalan tanpa

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

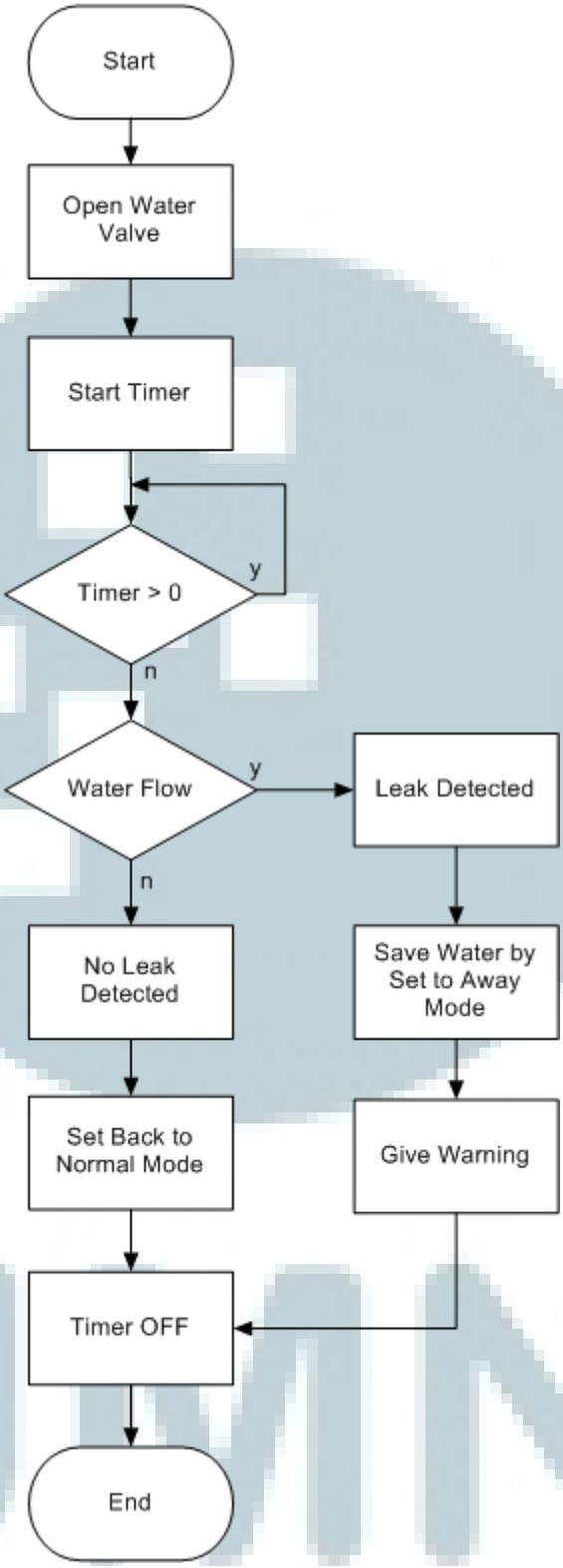
ada fungsi khusus dengan hanya membuka katup utama sistem. Gambar 3.6 berikut ini menggambarkan *flowchart* Normal Mode.



Gambar 3.6 *Flowchart* Normal Mode pada Sistem Air

Selain *normal* mode juga terdapat sebuah *sub*-proses *test* mode. *Sub*-proses *test* mode tersebut merupakan sebuah fungsi untuk mendeteksi ada tidaknya aliran air setelah jenjang waktu yang telah ditentukan. Ketika sensor mendeteksi aliran air setelah *timer* berakhir sistem akan menganggap terjadi kebocoran penggunaan air dan mengubah mode menjadi *away* mode. Sedangkan apabila tidak terdeteksi adanya kebocoran maka sistem akan mengembalikan mode ke *normal* mode. Gambar 3.7 berikut ini menggambarkan flowchart Test Mode.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

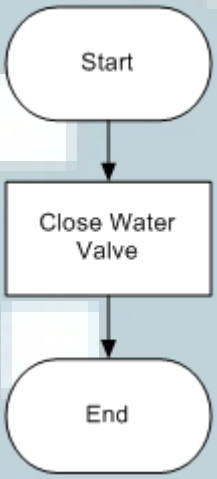


Gambar 3.7 *Flowchart* Test Mode pada Sistem Air

Mode ketiga pada sistem adalah *away* mode. Dalam *sub*-proses *away* mode sistem menerima perintah dari pengguna bahwa tidak ada pengguna air di dalam

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

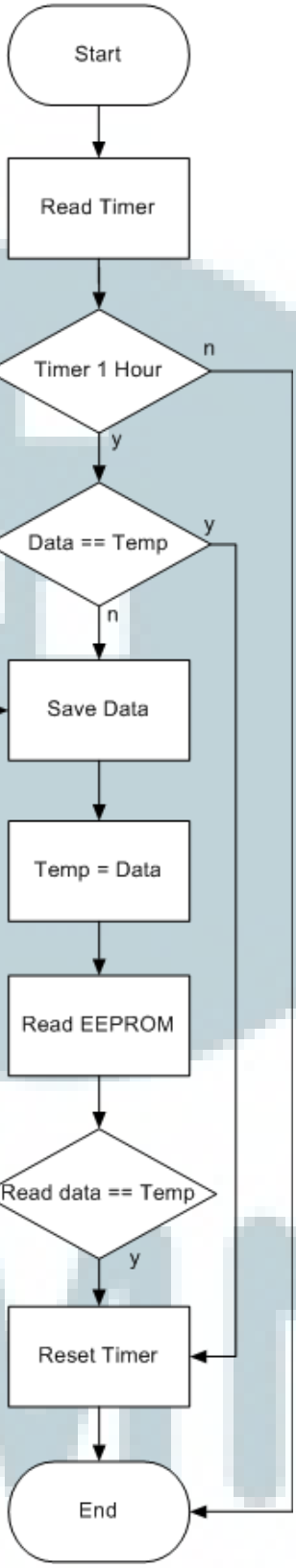
rumah. Kemudian sistem menghentikan aliran air dengan menutup katup utama. Dalam mode ini sistem akan terus menutup katup selama tidak ada perintah pergantian mode ke sistem. Gambar 3.8 berikut ini menggambarkan *flowchart* Away Mode pada Sistem Air.



Gambar 3.8 *Flowchart* Away Mode pada Sistem Air

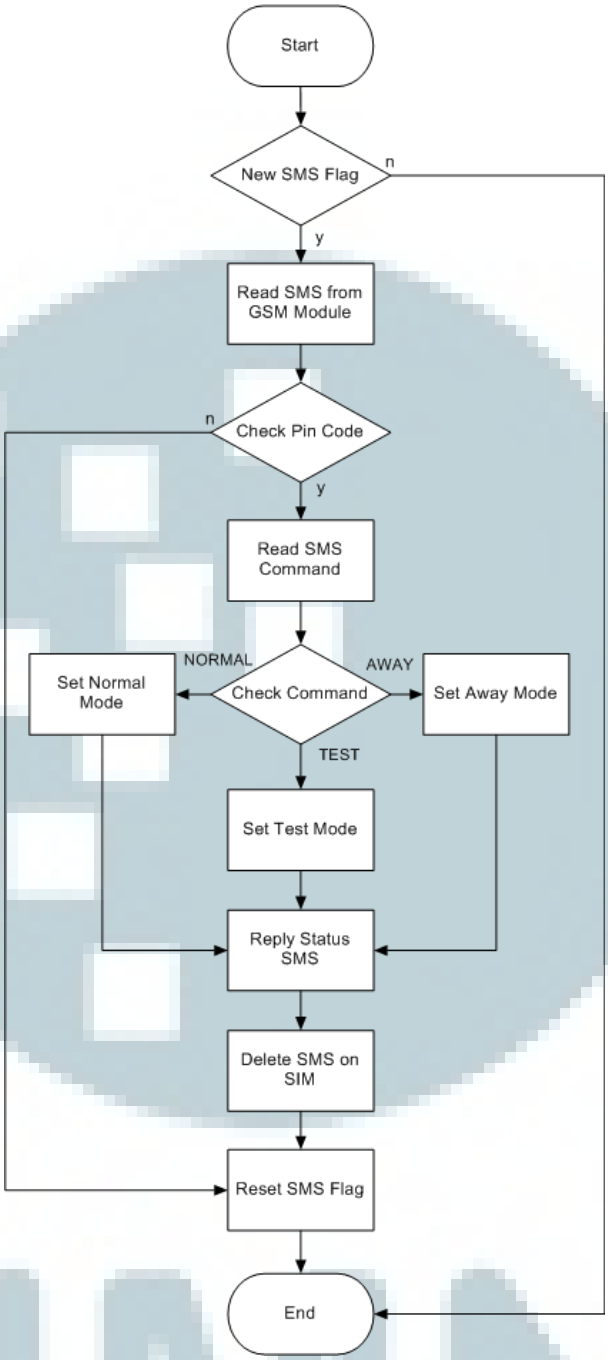
Gambar 3.9 di bawah ini menggambarkan *flowchart* pada *save routine* sistem air. Pada *flowchart* tersebut, data disimpan ketika jenjang 1 jam telah berlalu dan jumlah pemakaian air terbaru dengan yang disimpan terakhir berbeda. Apabila tidak ada perubahan jumlah pemakaian sistem tidak menyimpan data. Kemudian untuk menghindari rusaknya data yang tersimpan, dilakukan pengecekan data yang tersimpan pada EEPROM apakah sesuai dengan yang seharusnya tersimpan

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016



Gambar 3.9 *Flowchart* Save Routine pada Sistem Air

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016



Gambar 3.10 *Flowchart* Remote Routine pada Sistem Air

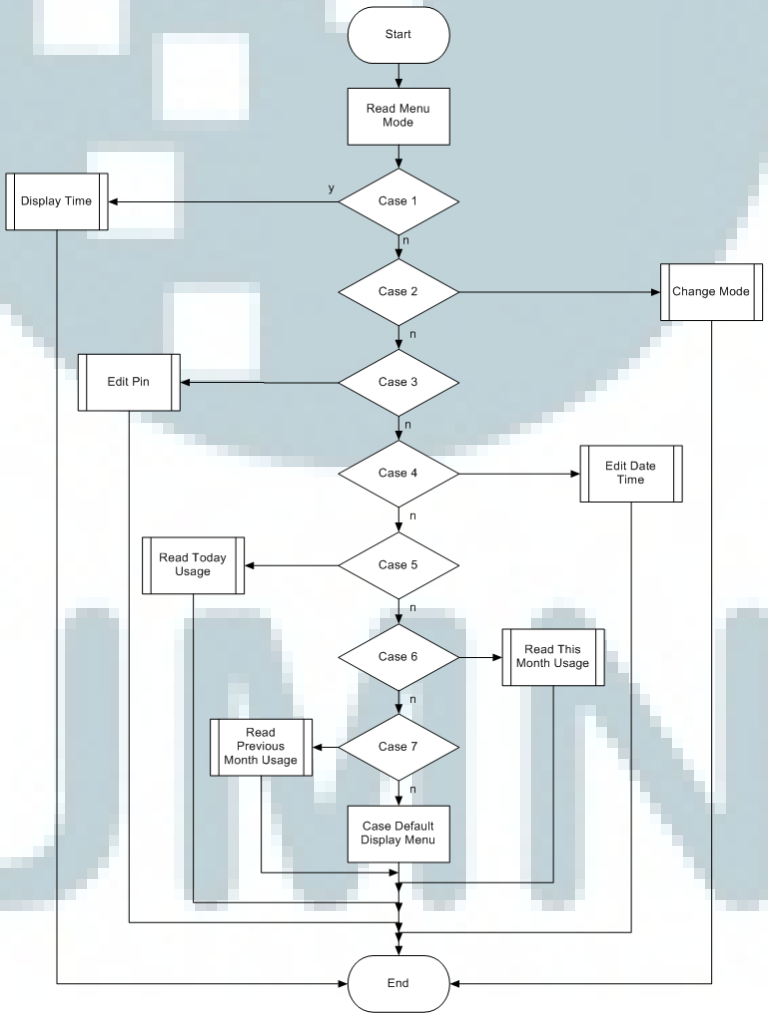
Gambar 3.10 di atas menggambarkan *flowchart* pada *remote routine* sistem air. Pada *flowchart* tersebut, perintah SMS akan diproses apabila *SMS flag* telah diberikan oleh *serial interrupt* dari modul GSM. Setelah notifikasi diterima mikrokontroler akan membaca konten SMS dari modul GSM dan membandingkan kode pin sebelum mengeksekusi perintah. Ketika kode yang dibandingkan cocok

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

maka perintah akan dilaksanakan dan sistem akan me-*reply* SMS ke pengirim, sedangkan ketika kode tidak cocok perintah tidak akan dieksekusi.

Rancangan *menu routine* pada penelitian ini merupakan sistem kontrol langsung pada alat ketika pengguna sedang berada di dekat sistem utama. Pada penelitian ini, *menu routine* dikembangkan agar pengguna juga dapat mengontrol sistem dan bisa melihat status informasi pada sistem air secara langsung.

Secara umum, menu sistem terdiri dari 7 jenis *activity*, yaitu *display time*, *change mode*, *edit pin*, *edit date time*, *read today usage*, *read this month total usage* dan *read previous month total usage*.



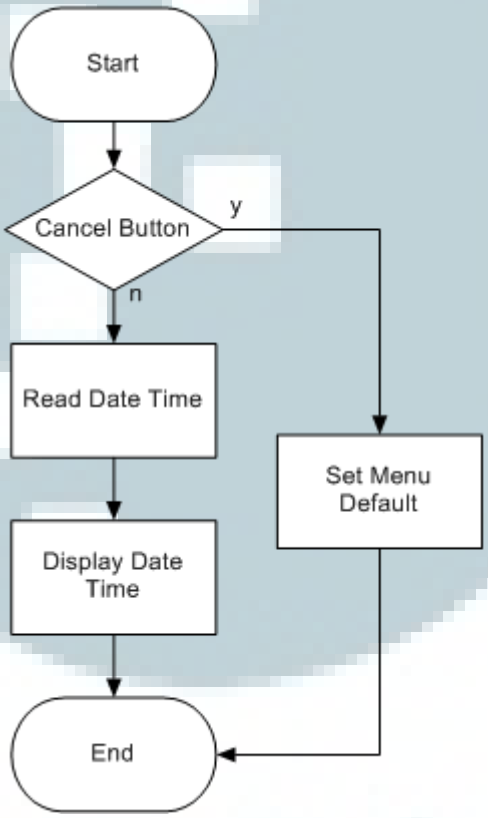
Gambar 3.11 *Flowchart* Menu Routine pada Sistem Air

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

Gambar 3.11 di atas merupakan flowchart dari *menu routine* pada sistem air. Berikut adalah fitur - fitur yang dimiliki oleh menu.

1. Fitur *display time*

   Fitur ini berfungsi untuk menampilkan tanggal dan waktu pada saat itu pada LCD sistem utama. Setelah masuk ke dalam fitur ini pengguna dapat kembali ke tampilan menu utama dengan menekan tombol *cancel*.

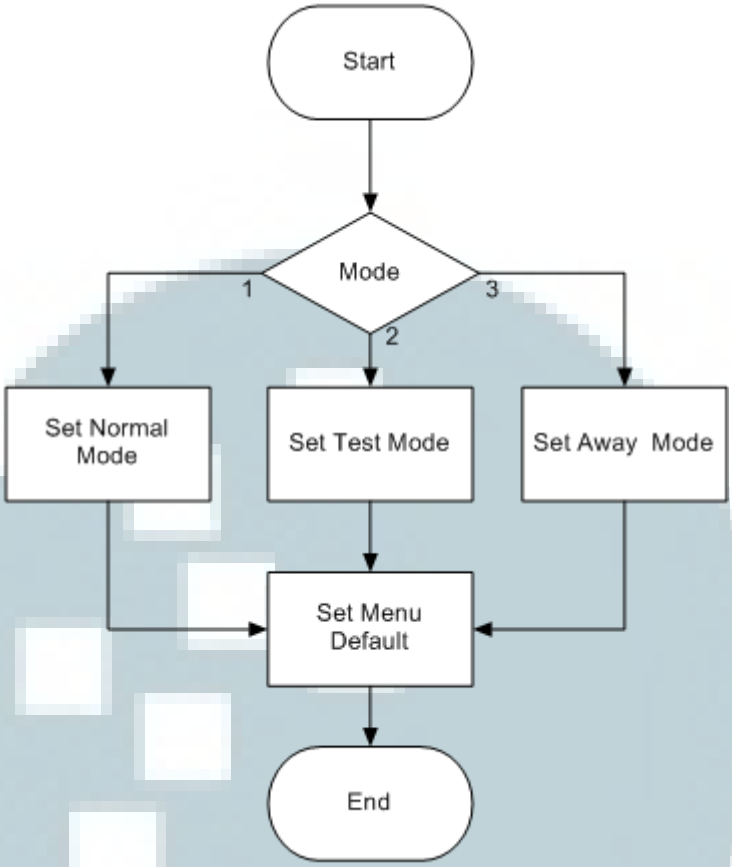


Gambar 3.12 *Flowchart* Fitur *display time*

2. Fitur *change mode*

   Fitur ini berfungsi untuk mengganti mode dari sistem air, dimana berisi 3 pilihan mode, yaitu *normal mode* yang menyajikan fitur pemakaian biasa, *test mode* untuk mendeteksi kebocoran penggunaan air, dan *away mode* untuk pemilihan penutupan aliran sebagai opsi keamanan sebelum meninggalkan rumah.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

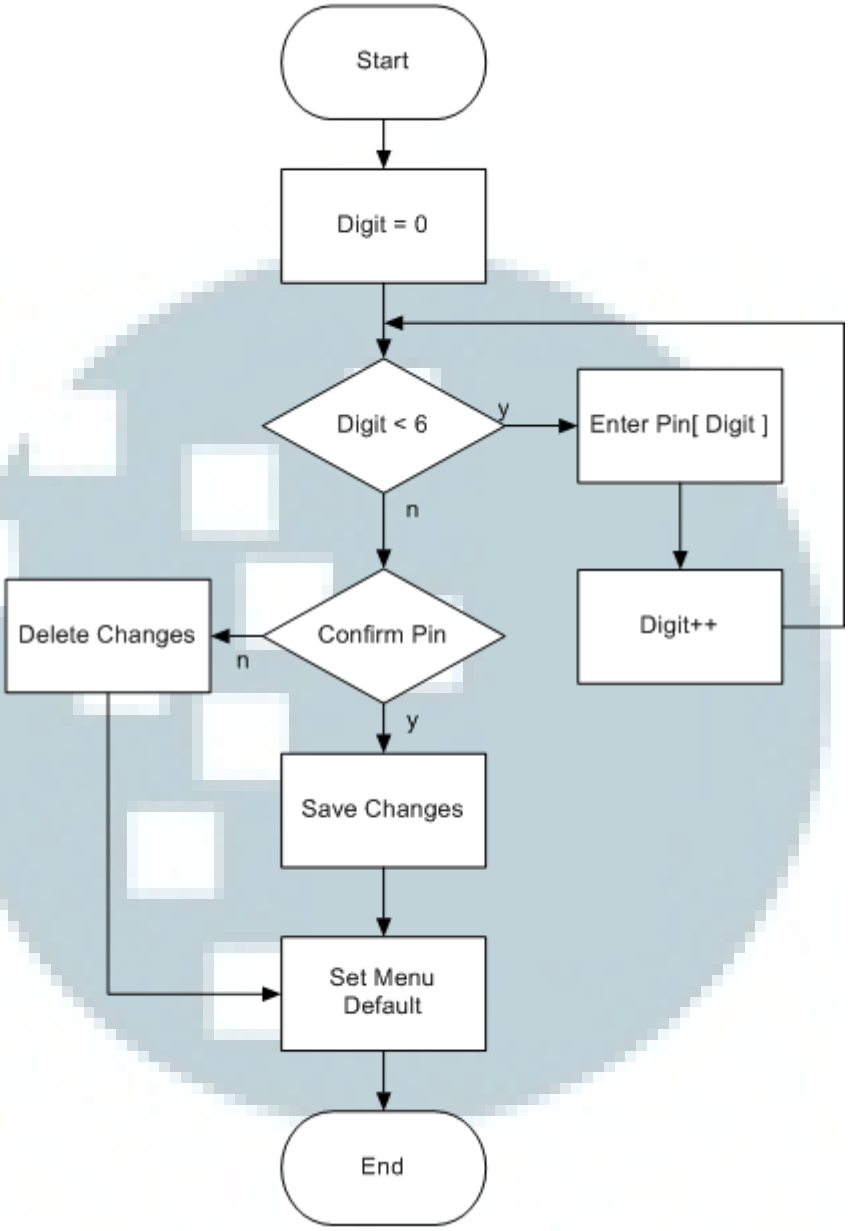


Gambar 3.13 *Flowchart* Fitur *change mode*

3. Fitur *edit pin*

Fitur ini berfungsi untuk mengganti kode pin konfirmasi SMS. Ketika pengguna melakukan kesalahan memasukkan kode pin pada saat pertama kali didefinisikan atau ketika pengguna ingin mengganti kode menjadi angka lain fitur ini dapat digunakan.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

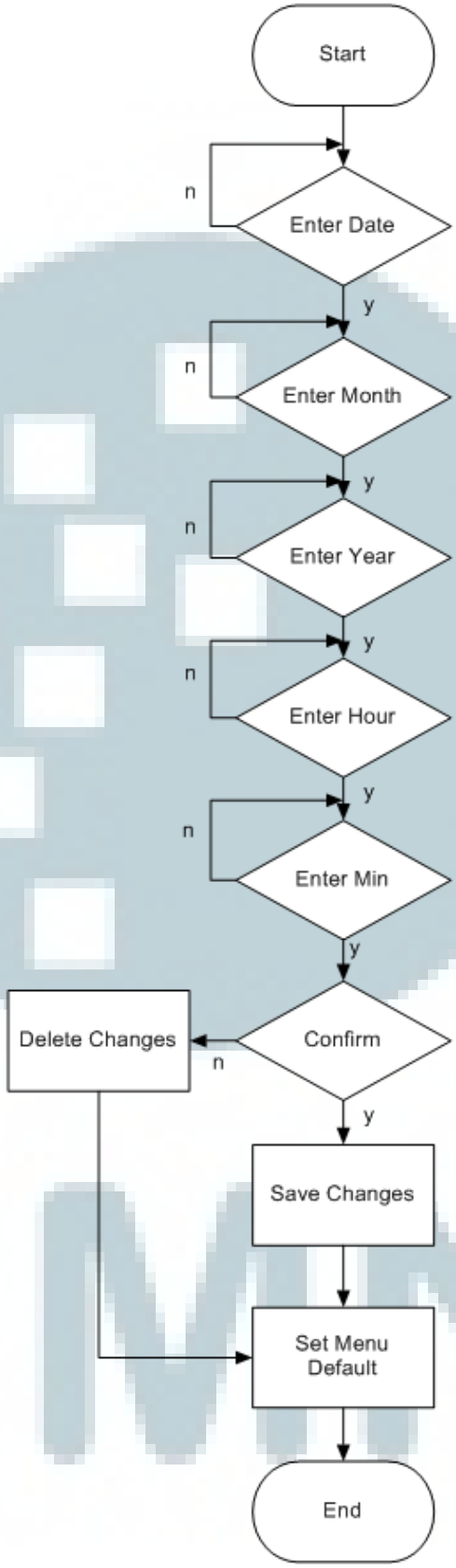


Gambar 3.14 *Flowchart* Fitur *edit pin*

4. Fitur *edit date time*

   Fitur ini berfungsi untuk mengganti kode tanggal dan waktu sistem. Ketika pengguna melakukan kesalahan memasukkan tanggal dan waktu pada saat pertama kali didefinisikan fitur ini dapat digunakan.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

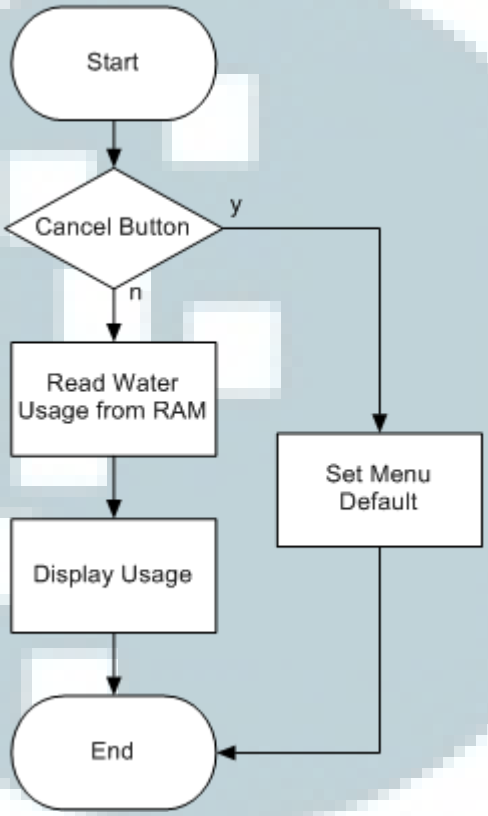


Gambar 3.15 *Flowchart* Fitur *edit date time*

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

5. Fitur *read today usage*

   Fitur ini berfungsi untuk membaca jumlah penggunaan air pada hari tersebut. Setelah masuk ke dalam fitur ini pengguna dapat kembali ke tampilan menu utama dengan menekan tombol *cancel*.

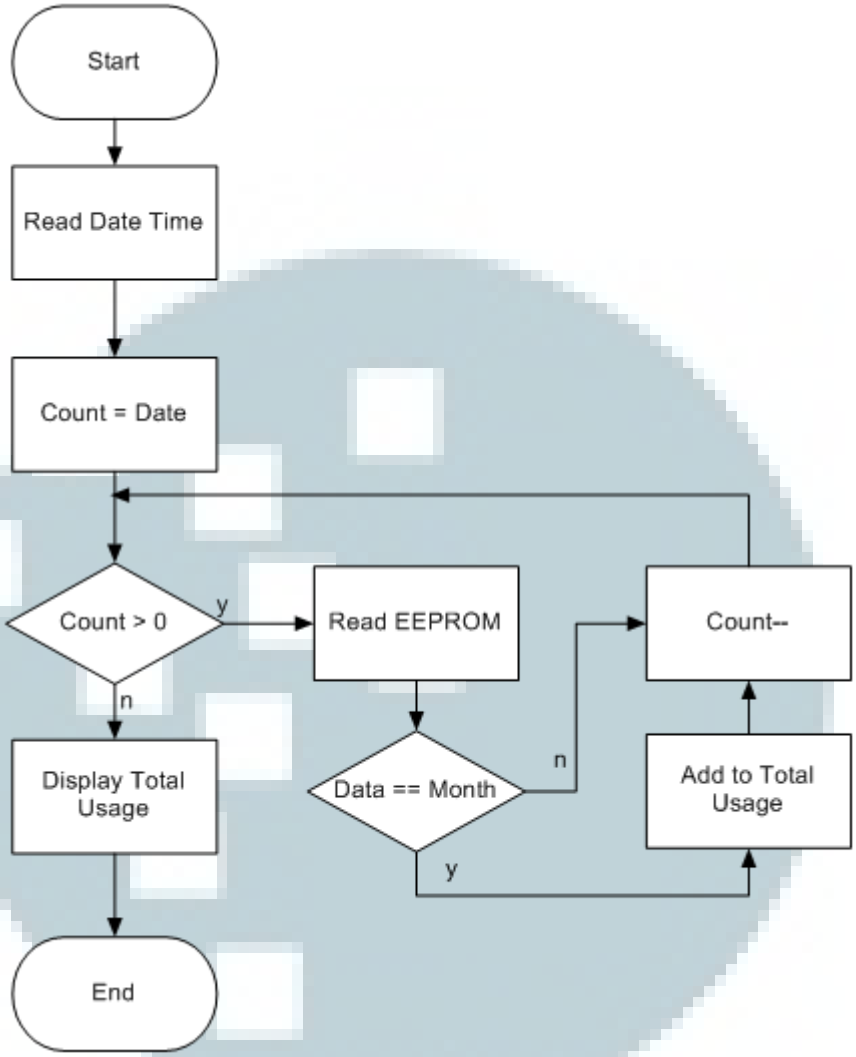


Gambar 3.16 *Flowchart* Fitur *read today usage*

6. Fitur *read this month usage*

   Fitur ini berfungsi untuk membaca jumlah penggunaan air pada bulan tersebut terhitung dari tanggal 1 sampai tanggal hari dilaksanakan. Setelah masuk ke dalam fitur ini pengguna dapat kembali ke tampilan menu utama dengan menekan tombol *cancel*.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

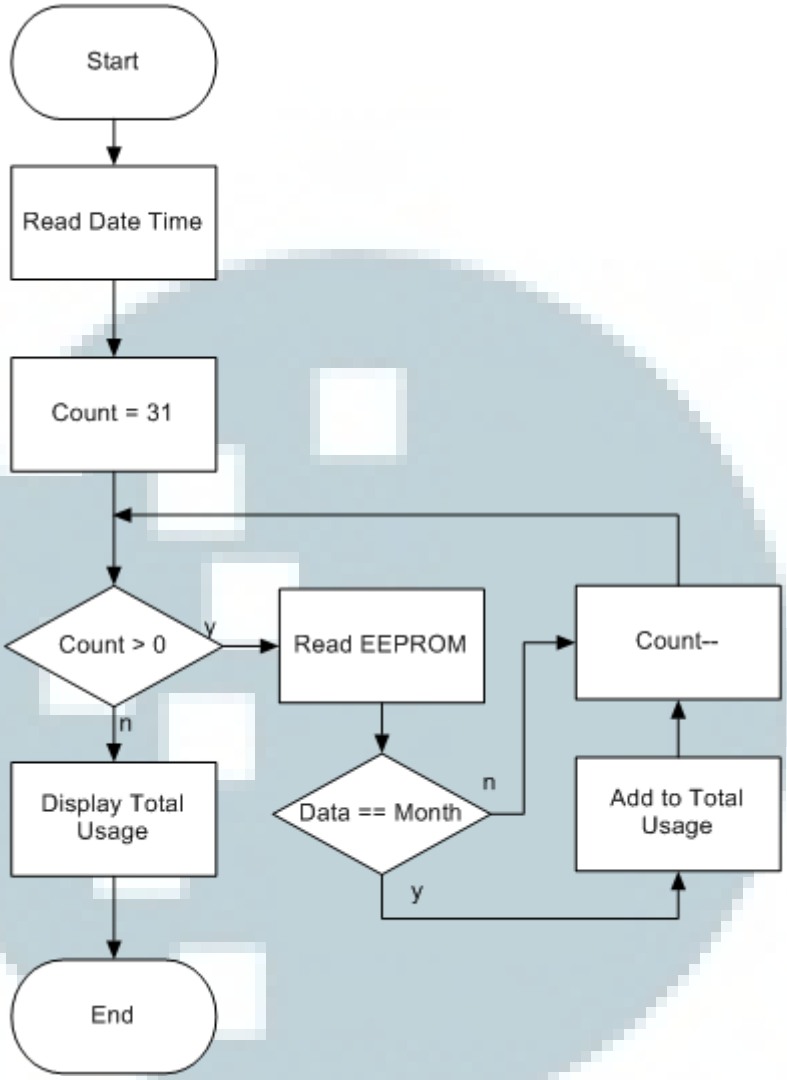


Gambar 3.17 *Flowchart* Fitur *read this month usage*

7. Fitur *read prevoius month usage*

   Fitur ini berfungsi untuk membaca jumlah penggunaan air pada bulan tersebut dikurang 1 selama satu bulan. Setelah masuk ke dalam fitur ini pengguna dapat kembali ke tampilan menu utama dengan menekan tombol *cancel*.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016



Gambar 3.18 *Flowchart* Fitur *read prevoius month usage*

3.5 Rancangan Penyimpanan Data

Pada penelitian ini, digunakan sebuah EEPROM yang terhubung dengan menggunakan komunikasi I2C untuk penyimpanan data. Blok – blok yang dibuat pada data penyimpanan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

– Blok User

Blok User digunakan untuk menyimpan *system flag* untuk menandakan bahwa sistem telah didefinisikan. Blok ini juga digunakan untuk

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

menyimpan 6 digit kode pin yang digunakan untuk konfirmasi perintah SMS.

– Blok Bulan Ganjil

Blok Bulan Ganjil digunakan untuk menyimpan data jumlah pemakaian air per tanggal selama satu bulan pada bulan ganjil. Data pada blok bulan ini juga dapat dibaca pada saat bulan ganjil+1 untuk pembacaan data pemakaian bulan terakhir.

– Blok Bulan Genap

Blok Bulan Genap digunakan untuk menyimpan data jumlah pemakaian air per tanggal selama satu bulan pada bulan genap. Data pada blok bulan ini juga dapat dibaca pada saat bulan genap+1 untuk pembacaan data pemakaian bulan terakhir.

Gambar 3.19 berikut ini menggambarkan *memory structure* pada EEPROM. Pada struktur tersebut, tempat penyimpanan data dibagi per *byte* dan memiliki alamat yang menggunakan *hexadecimal*.

Address Memory		EEPROM Memory Structure															
High Address	Low Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0x00	0x00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0x00	0x10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0x00	0x20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
.	.	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
.	.	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Gambar 3.19 Struktur Memori EEPROM Sistem Air

Gambar 3.20 di bawah ini menggambarkan *memory structure* pada blok user. Pada struktur tersebut, data disimpan pada alamat 0x0001 sampai 0x0008 yang memiliki besaran 8 *bytes*. Data sebanyak 8 *bytes* ini terdiri dari *system flag*, kode pin digit 1, digit 2, digit 3, digit 4, digit 5, digit 6, dan symbol penutup *string* '\0'. *System flag* berguna untuk penanda sistem pada saat pertama kali dinyalakan

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

sehingga pengguna dapat mendefinisikan kode pin, waktu dan tanggal. Kemudian setelah tersimpan data maka pengguna tidak perlu lagi untuk mendefinisikan. Sedangkan data kode pin digunakan untuk perbandingan dengan perintah SMS.

Address Memory		EEPROM Blok User															
High Address	Low Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0x00	0x00	*	Blok User Data Save								FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Gambar 3.20 Struktur EEPROM Blok User Sistem Air

Gambar 3.21 di bawah ini menggambarkan *memory structure* pada blok bulan ganjil. Pada struktur tersebut, data disimpan dimulai dengan alamat 0x0010 sampai 0x0107 pada hari ke 31 pada bulan ganjil. Pembagian penyimpanan data dibagi per hari dengan menggunakan data sebanyak 8 *bytes*. Data sebanyak 8 *bytes* ini terdiri dari *data flag*, tanggal, bulan, 4 *bytes* data pemakaian air, dan symbol penutup *string* '\0'. *Data flag* berguna untuk penanda data pada saat dibaca atau ditulis. Kemudian tanggal dan bulan untuk menandakan informasi data untuk pembacaan dan penulisan data selanjutnya. Pada data pemakaian air digunakan tempat sebanyak 4 *bytes*, hal ini dipilih karena data pemakaian air pada sistem menggunakan variabel jenis *unsigned long* yang sebesar 4 *bytes*. Kelebihan menggunakan variabel *unsigned long* ini karena memiliki struktur data sebesar 4 *bytes* maka data terdiri dari 32 *bit*, dimana nilai maksimal dari variabel ini adalah sebesar 4.294.967.295 (Empat miliar dua ratus sembilan puluh empat juta sembilan ratus enam puluh tujuh ribu dua ratus sembilan puluh lima).

Address Memory		EEPROM Blok Bulan Ganjil															
High Address	Low Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0x00	0x10	Day 1 Save Data								Day 2 Save Data							
0x00	0x20	Day 3 Save Data								Day 4 Save Data							
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0x01	0x00	Day 31 Save Data								FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Gambar 3.21 Struktur EEPROM Blok Bulan Ganjil Sistem Air

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

Gambar 3.22 di bawah ini menggambarkan *memory structure* pada blok bulan genap. Pada struktur tersebut, data disimpan dimulai dengan alamat 0x0110 sampai 0x0207 pada hari ke 31 pada bulan genap. Pembagian penyimpanan data dibagi per hari dengan menggunakan data sebanyak 8 *bytes*. Data sebanyak 8 *bytes* ini terdiri dari *data flag*, tanggal, bulan, 4 *bytes* data pemakaian air, dan symbol penutup *string* '\0'. *Data flag* berguna untuk penanda data pada saat dibaca atau ditulis. Kemudian tanggal dan bulan untuk menandakan informasi data untuk pembacaan dan penulisan data selanjutnya. Pada data pemakaian air digunakan tempat sebanyak 4 *bytes*, hal ini dipilih karena data pemakaian air pada sistem menggunakan variabel jenis *unsigned long* yang sebesar 4 *bytes*. Kelebihan menggunakan variabel *unsigned long* ini karena memiliki struktur data sebesar 4 *bytes* maka data terdiri dari 32 *bit*, dimana nilai maksimal dari variabel ini adalah sebesar 4.294.967.295 (Empat miliar dua ratus sembilan puluh empat juta sembilan ratus enam puluh tujuh ribu dua ratus sembilan puluh lima).

Address Memory		EEPROM Blok Bulan Genap															
High Address	Low Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0x01	0x10	Day 1 Save Data								Day 2 Save Data							
0x01	0x20	Day 3 Save Data								Day 4 Save Data							
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0x02	0x00	Day 31 Save Data								FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Gambar 3.22 Struktur EEPROM Blok Bulan Genap Sistem Air

Dalam penggunaannya, EEPROM dapat dibaca berulang kali tanpa merusak perangkat. Namun untuk penulisan data EEPROM memiliki batas penulisan sampai pada akhirnya tidak dapat ditulis kembali. Ketika digunakan dalam suhu ruangan, setiap EEPROM dapat dipastikan bertahan hingga 100.000 kali penulisan. Karena adanya keterbatasan tersebut maka sistem penulisan harus dirancang dengan baik.

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

Gambar 3.23 di bawah ini adalah jumlah penulisan dan batas umur dari EEPROM [28].

Time between writes	Expected lifetime
0.03 sec	50 minutes
1 sec	1 day
1 min	69 days
10 min	2 years
1 hr	11 years
8 hr	91 years

Gambar 3.23 Jumlah Penulisan dan Batas Umur EEPROM [28]

Berdasarkan Gambar 3.23, EEPROM hanya dapat bertahan selama 50 menit apabila ditulis setiap 0.03 detik. Sedangkan apabila ditulis setiap 8 jam sekali maka EEPROM dapat bertahan lama sampai 91 tahun lamanya. Sesuai dengan perhitungan dimana $1\ \text{Tahun} = 8760\ \text{Jam}$, dan apabila hanya ditulis selama 8 jam maka $1\ \text{Tahun} = 1095\ \text{Kali}$, dan $100.000 \div 1095 = 91{,}32\ \text{Tahun}$. Pada penelitian ini penulisan data dilakukan setiap 1 jam sekali karena berdasarkan perhitungan EEPROM dapat bertahan sampai 11 tahun, dan dengan jumlah tersebut alat dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama.

3.6 Rancangan Sistem Kontrol antara Sistem dengan Remote-User

Sistem dan *remote-user* dapat berinteraksi dengan menggunakan jaringan GSM. *Remote-user* mengirimkan perintah melalui SMS ke nomor yang dimiliki oleh sistem, kemudian sistem akan membaca SMS dan membandingkan kode pin yang tertera pada SMS sebelum mengeksekusi perintah yang tertera di dalam SMS. Setelah terkonfirmasi sistem akan mengubah mode sesuai dengan perintah dan mengirimkan kembali SMS ke pengirim yang berisikan status mode dan penggunaan pada hari terkait. Berikut adalah *command* – *command* pada modul

Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

GSM yang digunakan dalam penelitian ini pada komunikasi antara mikrokontroler dengan modul GSM pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Command Serial dari Mikrokontroler ke Modul GSM

Command	**Keterangan**
AT	Mengaktifkan modul GSM
AT+CMGD	Hapus pesan SMS
AT+CMGF	Pilih format pesan SMS
AT+CMGR	Baca pesan SMS
AT+CMGS	Kirim pesan SMS

Command ini merupakan respon dari modul GSM ke mikrokontroler terhadap kejadian yang terjadi pada komunikasi jaringan GSM dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Command Serial dari Modul GSM ke Mikrokontroler

Key	**Keterangan**
+CMTI	Notifikasi masuk pesan SMS
RING	Notifikasi masuk panggilan suara

Berikut ini adalah contoh format *command* yang dikirim mikrokontroler ke modul GSM.

```
Initialize GSM
        Send      : AT\r
        Receive   : OK\r

Set SMS format to text
        Send      : AT+CMGF=1\r
        Receive   : OK\r

Delete ALL SMS
        Send      : AT+CMGD=1,4\r
        Receive   : OK\r
```


Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

```
Send SMS
        Send      : AT+CMGS=Mobile Phone Number Here\r\n
        Send      : SMS Text Here
        Send      : (0x1A)
        Receive   : OK\r

Read SMS on Inbox Slot 1
        Send      : AT+CMGR=1\r
        Receive   : +CMGR:"REC READ"," +95445677888", "Date and
                    time", sms text here\r
        Receive   : OK\r
```

Berikut adalah contoh format respon yang diberikan modul GSM kepada mikrokontroler.

```
Receive New SMS
        Receive   : +CMTI: "SM",1\r

Receive Call
        Receive   : RING\r
```

a. **Initialize GSM**: fungsi untuk mengaktifkan status modul GSM, mengosongkan SMS *inbox*, dan memilih format teks pada SMS. Berikut format *command* serial yang dikirimkan ke modul GSM.

```
        Send      : AT\r
        Receive   : OK\r
        Send      : AT+CMGD=1,4\r
        Receive   : OK\r
        Send      : AT+CMGF=1\r
        Receive   : OK\r
```

b. **Read SMS**: fungsi untuk mengecek perintah SMS yang diterima sesuai dengan posisi *inbox*. Berikut adalah format yang diberikan modul GSM dan respon mikrokontroler.

```
        Receive  : +CMTI: "SM",1\r
```


Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016

```
Send      : AT+CMGR=1\r
Receive   : +CMGR:"REC READ"," +95445677888", "Date and
            time", sms text here\r
Receive   : OK\r
```

c. **Send SMS**: fungsi untuk mengirim SMS kembali kepada pengguna. Berikut adalah format yang dikirimkan ke modul GSM.

```
Send      : AT+CMGS=Mobile Phone Number Here\r\n
Send      : SMS Text Here
Send      : (0x1A)
Receive   : OK\r
```


Rancang bangun..., Candhika Anhari Ghifran, FTI UMN, 2016