Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

Team project ©2017
Dony Pratidana S. Hum | Bima Agus Setyawan S. IIP

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memonitor keadaan bangunan yaitu, suhu dan kelembapan relatif, kandungan gas CO, kecepatan kipas angin, kondisi sensor PIR dan *reed switch*, serta rembesan air. Untuk itu dilakukan penelitian dan pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini.

Setelah melakukan penelitian mengenai bagaimana cara penggunaan mikrokontroler, RS-485, ZigBee dan sensor-sensor serta cara berkomunikasinya, dirancang *flowchart* dan *block diagram* untuk pembuatan *prototype* alat. *Prototype* ini merupakan pembuktian bahwa ide permasalahan ini bisa diwujudkan.

3.2. Bahan Penelitian

Berikut ini adalah komponen-komponen khusus yang digunakan oleh penulis dalam pembuatan *prototype*.

3.1.2. STC12C5A60S2

Penulis memilih mikrokontroler STC karena mempunyai harga yang relatif lebih murah dibandingkan mikrokontroler ATMEL dengan spesifikasi yang sama. Mikrokontroler STC12C5A60S2 digunakan pada *main controller* karena membutuhkan fitur 2 UART *serial port* untuk berkomunikasi secara *serial* dengan

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

modul RS-485 dan modul ZigBee. Selain itu dengan 40 port yang dimilikinya, mikrokontroler ini bisa menggunakan 11 *port* untuk berkomunikasi dengan LCD secara paralel dan masih tersedia *port* untuk mengaktifkan *buzzer*.

3.2.2. STC12C5612AD

Mikrokontroler STC12C5612AD digunakan pada modul CO gas *detector* karena memiliki *built-in* ADC, sehingga mikrokontroler dapat langsung menerima *input* dari sensor CO tanpa menambah IC ADC lain. Mikrokontroler ini juga memiliki 12KB *flash memory* sehingga cocok digunakan untuk modul pengukur suhu dan kelembapan yang membutuhkan ROM cukup besar untuk algoritma penghitungan suhu dan kelembapan tersebut.

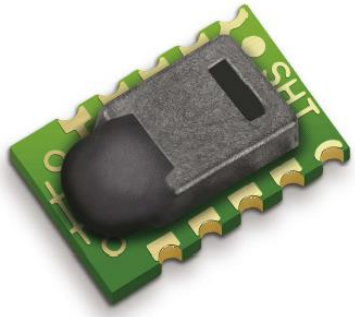
3.3.2. STC11F04E

Mikrokontroler STC11F04E memiliki harga relatif paling terjangkau dibandingkan mikrokontroler 8051 yang lain. Dengan hanya 4KB *flash memory* dan sebuah UART *serial port*, mikrokontroler ini cocok untuk program yang sederhana. Maka penulis menggunakannya untuk modul *water leak detector*, *fan* RPM *meter*, dan *intrusion detector*.

3.4.2. *Temperature and Humidity* sensor SHT11

SHT11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan *multi* modul sensor yang *output*nya telah dikalibrasi secara digital. Bentuk sensor ini bisa dilihat pada gambar 3.1. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013



Gambar 3.1 Sensirion SHT11 sensor suhu dan kelembapan relatif

Spesifikasi dari SHT11 ini adalah sebagai berikut:

1. Berbasis sensor suhu dan kelembaban relatif Sensirion SHT11.
2. Mengukur suhu dari -40°C hingga +123,8°C, atau dari -40°F hingga +254,9°F dan kelembaban relatif dari 0% RH hingga 100% RH.
3. Memiliki ketetapan (akurasi) pengukuran suhu hingga 0,5°C pada suhu 25°C dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga 3,5% RH.
4. Memiliki antarmuka *serial synchronous* 2-*wire*.
5. Jalur antarmuka telah dilengkapi dengan rangkaian pencegah kondisi sensor *lock-up*.
6. Membutuhkan catu daya +5 V DC dengan konsumsi daya rendah 30 μW.

Di bagian dalamnya terdapat kapasitor polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. *Output* kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah *interface serial* pada satu chip yang sama. SHT11 ini dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan *hygrometer* sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogram kedalam OTP *memory*.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran (SENSIRION, 2011).

3.5.2. CO *Gas Detector MQ-7*

Sensor gas CO berfungsi sebagai pendeteksi gas Karbon Monoksida. Seperti terlihat digambar 3.2, penulis menggunakan sensor MQ-7 buatan Hanwei. Sensor ini mempunyai kemampuan deteksi antara 20 hingga 2000 ppm gas CO.

Resistansi bahan yang digunakan sebagai sensor, yaitu SnO_2, bertambah sewaktu udara bersih dan berkurang sewaktu mendeteksi CO. Hal ini menyebabkan perubahan tegangan *output* dari sensor. Tegangan meningkat sewaktu resistansi berkurang karena adanya gas CO yang dideteksi. Maka bisa ditambahkan sebuah potensiometer untuk mengkalibrasi *output* dari sensor.

Untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar, sensor ini mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang membutuhkan perlakuan khusus, 5 V selama 60 detik dan 1,4 V selama 90 detik agar dapat berfungsi optimal (HANWEI ELECTRONICS CO., LTD).

Gambar 3.2 CO *gas detector*

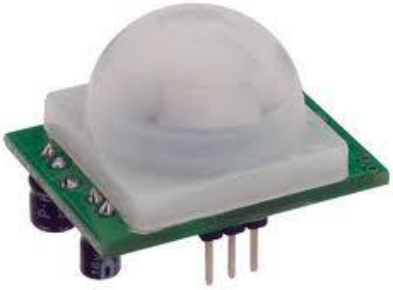
Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

3.6.2. Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive InfraRed*) merupakan sebuah sensor berbasis *infrared*. Gambar 3.3 menunjukkan tampilan modul sensor PIR. Tidak seperti sensor *infrared* kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya *passive*, sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya.

Sebuah sensor PIR terdiri dari: Fresnel *Lens*, IR *Filter*, *Pyroelectric* sensor, *amplifier*, dan *comparator*.

Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu permukaan tubuh kira-kira 32 derajat celcius, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric* sensor yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan *Pyroelectic* sensor yang terdiri dari galium nitrida, caesium nitrat dan lithium tantalate menghasilkan arus listrik. (GLOLAB CORPORATION, 2013)



Gambar 3.3 Sensor PIR

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

3.7.2. Module ZigBee ETRX2

Modul ZigBee yang digunakan dalam penelitian ini adalah Telegesis ETRX2 seperti diperlihatkan oleh gambar 3.4. Modul ini memiliki dimensi 37,5mm x 20,5mm x 3,2mm. Modul ini beroperasi pada gelombang frekuensi 2,4GHz. Pada modul ini terdapat konektor RX dan TX untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui UART. Selain itu, terdapat 2 konektor power 5 V karena modul ini sudah memiliki rangkaian *regulator* penurun tegangan dari 5 V ke 3,3 V. Modul ZigBee bisa berperan sebagai *coordinator* atau *end device*. Pada penelitian ini, modul ZigBee yang terhubung dengan mikrokontroler berperan sebagai *end device*, sehingga bisa bergabung dengan jaringan PAN yang dibentuk oleh ZigBee *coordinator* (TELEGESIS, 2012).

Gambar 3.4 Modul ZigBee ETRX2

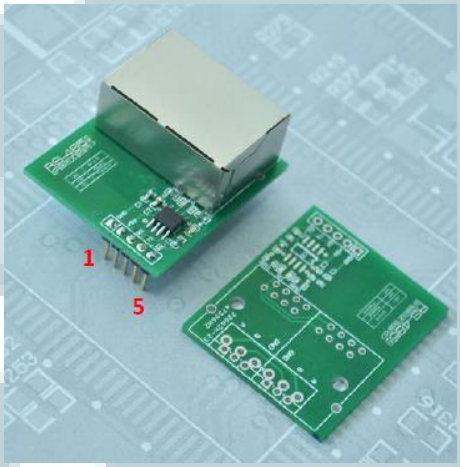
3.8.2. Modul RS-485

Untuk pengiriman data secara *wired*, seperti di gambar 3.5, penulis menggunakan modul RS-485 yang umum dijual. Modul ini sangat mudah digunakan, terdiri dari rangkaian IC MAX487E dan 2 buah *port* RJ-45. IC

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

MAX487E ini mendukung hingga 128 *transceiver* (SURYA RESEARCH LABS, 2012).

Dengan protokol *half-duplex*, sebuah *pin direction* perlu diatur dengan mikrokontroler untuk menentukan pengiriman atau penerimaan data. Untuk menghindari terjadinya tabrakan data, maka transmisi berdasarkan pembagian waktu (*time division*) menggunakan metode *polling*.



Gambar 3.5 Modul RS-485

3.3. Perancangan Alat

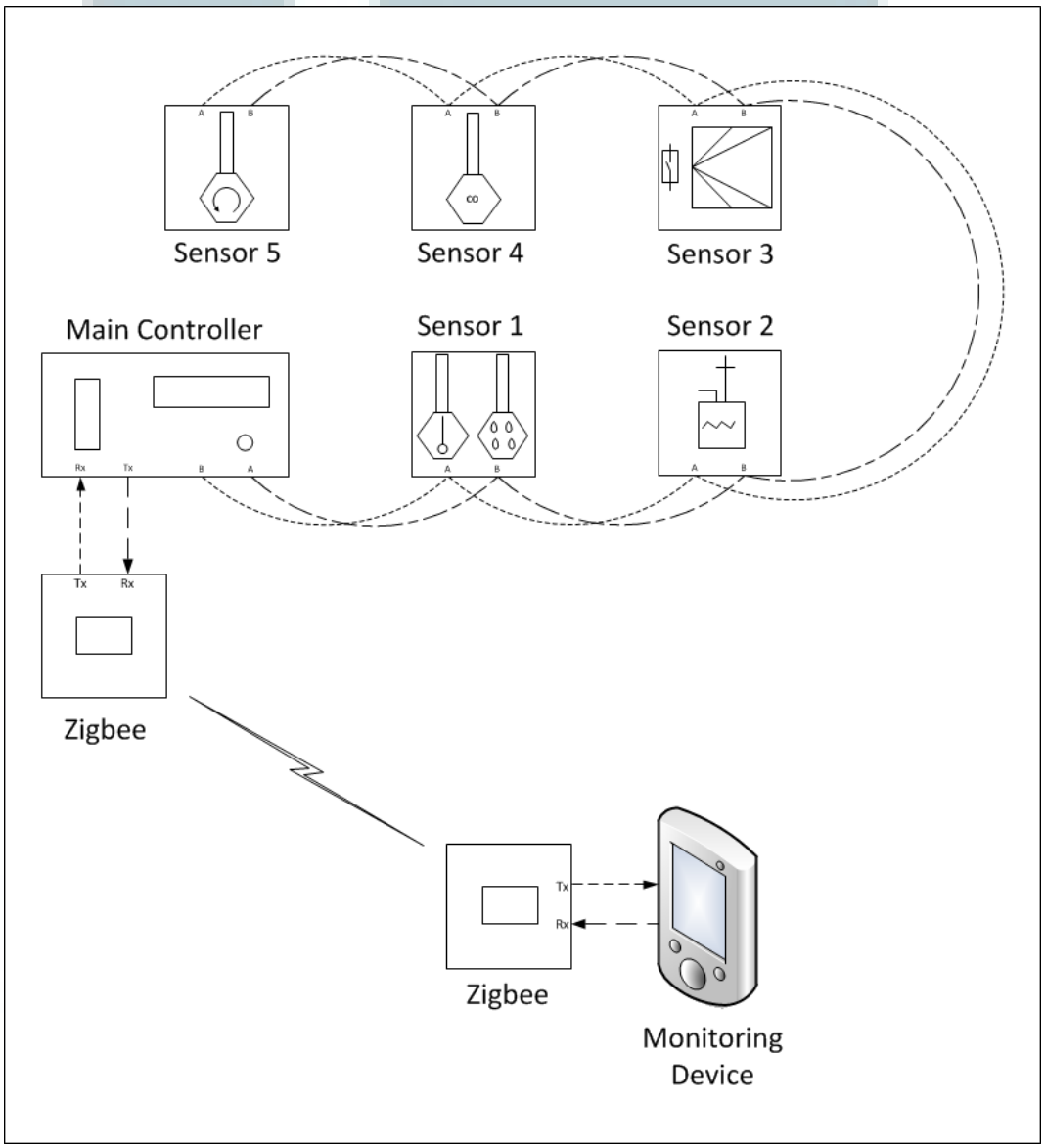
Perancangan alat dimulai dari pembuatan diagram umum rangkaian, kemudian setiap modul dalam diagram umum akan dijelaskan lebih lanjut di *block diagram* rangkaian. Lalu, *flowchart* akan menjelaskan cara kerja dari alat tersebut.

3.1.3. Diagram Umum

Prototype alat ini seperti ditunjukkan oleh gambar 3.6, terdiri dari sebuah modul *main controller* yang terhubung ke 5 modul sensor dan dengan sebuah modul ZigBee untuk mengirimkan data secara *wireless* ke *monitoring device* .

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

Setiap modul sensor mempunyai sebuah mikrokontroler untuk menerima data dari sensor, kemudian mengolahnya untuk dikirim ke *main controller* secara *wired* menggunakan protokol RS-485. Oleh karena itu, setiap modul sensor terhubung dengan modul RS-485 yang berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan metode *serial* UART *(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter).*



Gambar 3.6 Gambaran umum dari sistem pemantauan *power house* menggunakan *hybrid sensor network*

Main controller berfungsi untuk mengumpulkan data dari setiap modul sensor melalui modul RS-485 yang dimilikinya, kemudian menampilkannya di layar LCD dan juga mengirim data tersebut ke *monitoring device* melalui perantaraan modul ZigBee. Komunikasi antar modul ZigBee menggunakan protokol AT-Command. Setiap modul ZigBee dapat saling berkomunikasi jika berada di sebuah PAN (*Personal Area Network*) yang sama. Untuk itu dibutuhkan sebuah modul ZigBee yang bertindak sebagai *coordinator* di sebuah PAN.

3.2.3. *Block Diagram* Rangkaian

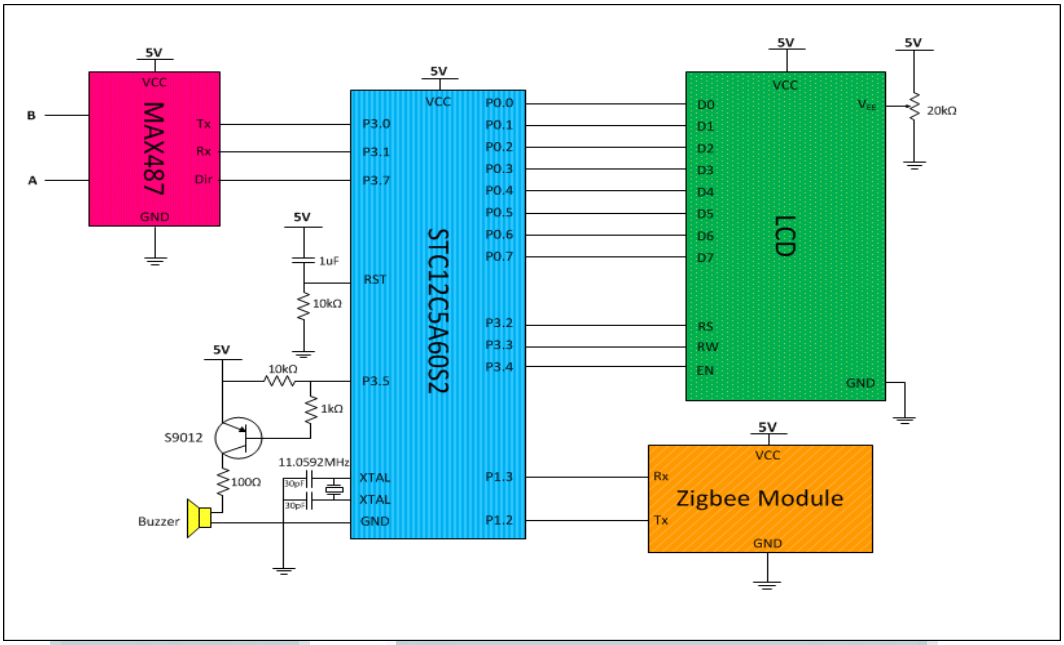
Pada bab ini, *block diagram* untuk setiap bagian akan dijelaskan.

2.3.3.1. Main controller

Modul *main controller* terdiri atas sebuah mikrokontroler STC12C5A60S2 dan rangkaian pendukungnya, sebuah modul LCD, sebuah modul ZigBee, dan sebuah rangkaian *buzzer*. Seperti terlihat pada gambar 3.7, mikrokontroler menggunakan komunikasi 8 bit dengan LCD melalui P0 dan P3.2, P3.3 dan P3.4 untuk mengontrolnya.

Modul RS-485 terhubung dengan mikrokontroler melalui *port* Rx (P3.0) dan Tx (P3.1) menggunakan komunikasi *serial* metode UART. Modul ZigBee terhubung dengan mikrokontroler melalui *port* Rx2 (P1.2) dan Tx2 (P1.3) menggunakan komunikasi *serial* metode UART, memanfaatkan fitur 2 UART dari mikrokontroler STC12C5A60S2. Sebuah *buzzer* terhubung dengan P3.5 untuk memberi peringatan jika sensor mendeteksi nilai yang di luar kewajaran.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

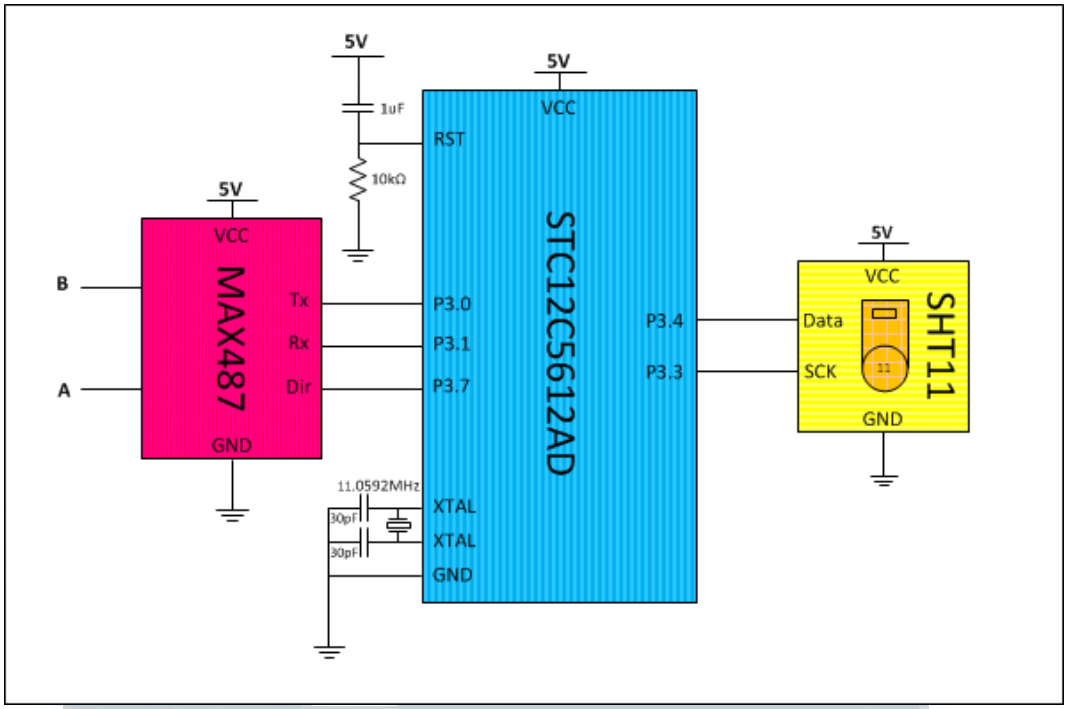


Gambar 3.7 ***Block diagram main controller***

2.3.3.2. Sensor 1, Suhu dan Kelembapan Relatif

Modul sensor 1 dapat dilihat pada gambar 3.8, terdiri dari sebuah mikrokontroler STC12C5612AD dan rangkaian pendukungnya, sebuah modul RS-485 dan sebuah sensor suhu dan kelembapan relatif SHT11. Modul RS-485 terhubung dengan mikrokontroler melalui *port* Rx (P3.0) dan Tx (P3.1) menggunakan komunikasi *serial* metode UART.

Sedangkan untuk berkomunikasi dengan sensor suhu dan kelembapan relatif SHT11, mikrokontroler menggunakan *port* P3.4 untuk menerima data dan *port* P3.3 untuk mengirim *clock*. Sensor SHT11 mempunyai *output* digital, sehingga sinyal *output* bisa langsung diterima oleh mikrokontroler.



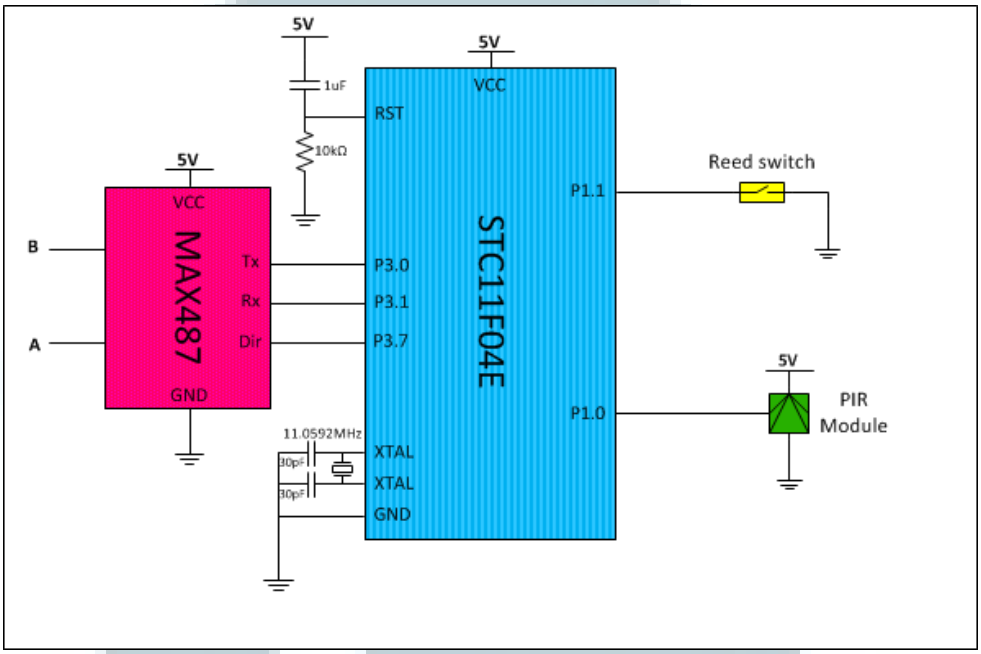
Gambar 3.8 Diagram sensor suhu + kelembapan relatif

2.3.3.3. Sensor 2, *Intrusion detector*

Modul sensor 2, terdiri dari sebuah mikrokontroler STC11F04E dan rangkaian pendukungnya, sebuah modul RS-485, sebuah *reed switch*, dan sebuah modul sensor PIR sebagaimana terlihat pada gambar 3.9. Modul RS-485 terhubung dengan mikrokontroler melalui *port* Rx (P3.0) dan Tx (P3.1) menggunakan komunikasi *serial* metode UART.

Sebuah *reed switch* yang berfungsi sebagai *intrusion detector*, terhubung dengan *port* P1.1. Jika mendeteksi adanya magnet (pintu tertutup), *reed switch* akan mengeluarkan *output* 0 karena terhubung dengan *ground*. Pada saat tidak ada magnet (pintu terbuka), maka *port* P1.1 akan mengeluarkan *output* 1.

Untuk berkomunikasi dengan modul PIR, mikrokontroler menggunakan *port* P1.0. Modul PIR yang digunakan mengeluarkan *output* 1 sewaktu mendeteksi adanya gerakan, dan *output* 0 jika tidak ada gerakan.



Gambar 3.9 Diagram *intrusion detector* + sensor PIR

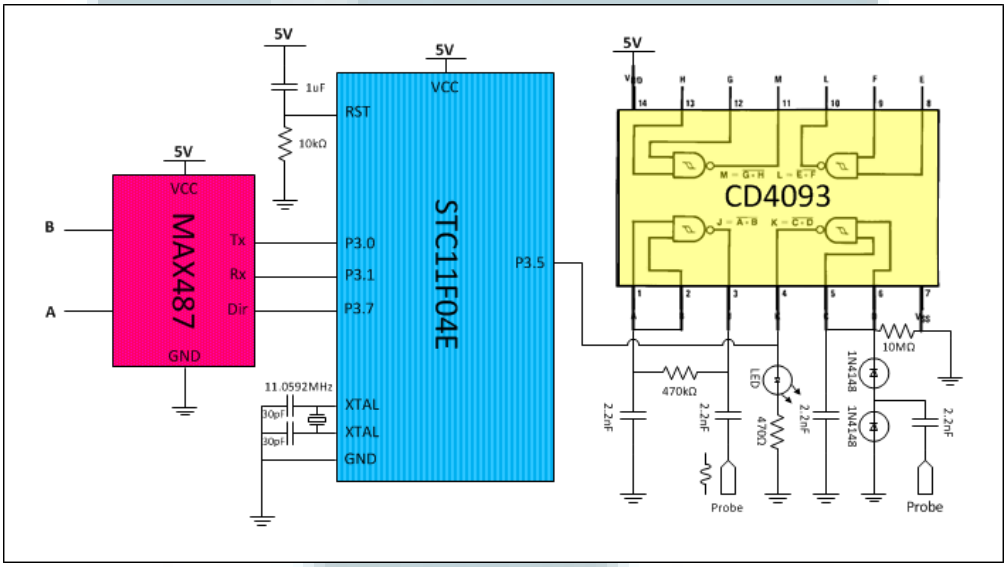
2.3.3.4. Sensor 3, *Water Leak Sensor*

Modul sensor 3, terdiri dari sebuah mikrokontroler STC11F04E dan rangkaian pendukungnya seperti terlihat pada gambar 3.10, sebuah modul RS-485, dan sebuah rangkaian detektor air yang menggunakan IC CD4093. Modul RS-485 terhubung dengan mikrokontroler melalui *port* Rx (P3.0) dan Tx (P3.1) menggunakan komunikasi *serial* metode UART.

IC 4093 adalah IC *quad* 2-*input* NAND *schmitt trigger*. Sebuah gerbang NAND pada IC ini berfungsi untuk menghasilkan gelombang AC, sedangkan gerbang NAND lainnya untuk menerima gelombang tersebut dan memberikan

output ke mikrokontroler, 0 jika menerima gelombang atau 1 jika tidak mendeteksi gelombang.

Rangkaian ini menggunakan gelombang AC untuk mengurangi korosi akibat proses elektrolisis pada *probe* (MINNESOTA RURAL WATER ASSOCIATION, 2013). Selain itu, *probe* menggunakan mur dan baut *stainless steel* untuk menghindari korosi akibat oksidasi.



Gambar 3.10 Diagram *water leak detector*

2.3.3.5. Sensor 4, CO Gas Sensor

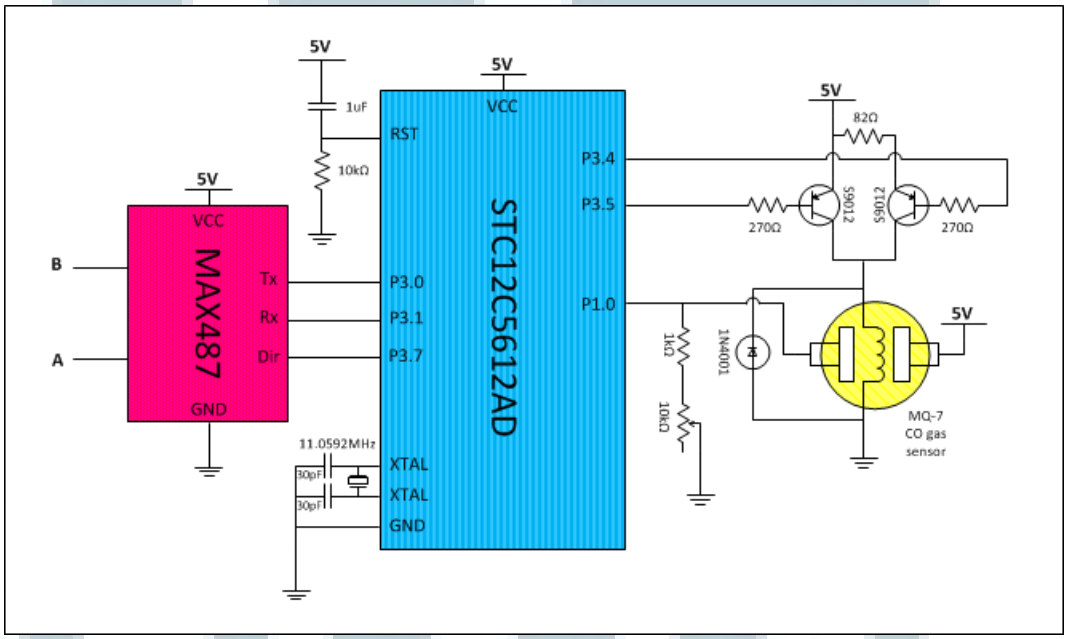
Modul sensor 4, terdiri dari sebuah mikrokontroler STC12C5612AD dan rangkaian pendukungnya, sebuah modul RS-485, dan sebuah rangkaian detektor gas CO yang menggunakan sensor MQ-7 sebagaimana terlihat pada gambar 3.11. Modul RS-485 terhubung dengan mikrokontroler melalui *port* Rx (P3.0) dan Tx (P3.1) menggunakan komunikasi *serial* UART.

Rangkaian Sensor MQ-7 terdiri dari 2 bagian. Sebuah rangkaian pemanas menyediakan tegangan 5 V(±0.1 V) selama 60 detik dan 1.4 V(±0.1 V) selama 90

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

detik. Fungsi dari pemanasan di tegangan 5 V adalah untuk membersihkan gas yang diserap sensor sewaktu suhu dingin (1,4 V) sehingga pengukuran yang dilakukan lebih akurat. Sedangkan rangkaian kedua untuk mengukur sinyal *output* yang disebabkan oleh perubahan resistansi sensor. Pengukuran sinyal dilakukan setiap 2,5 menit, pada akhir dari periode 1,4 V karena ini merupakan tingkat sensitifitas tertinggi sensor.

Rangkaian detektor gas CO ini memiliki sebuah potensiometer untuk mengkalibrasi *output* sensor.



Gambar 3.11 Diagram detektor gas CO

2.3.3.6. Sensor 5, Fan RPM Sensor

Modul sensor 5, terdiri dari sebuah mikrokontroler STC11F04E dan rangkaian pendukungnya, sebuah modul RS-485, dan sebuah rangkaian detektor Inframerah yang menggunakan sensor TCRT5000 dan *Op Amp* LM358 seperti terlihat pada gambar 3.12. Modul RS-485 terhubung dengan mikrokontroler

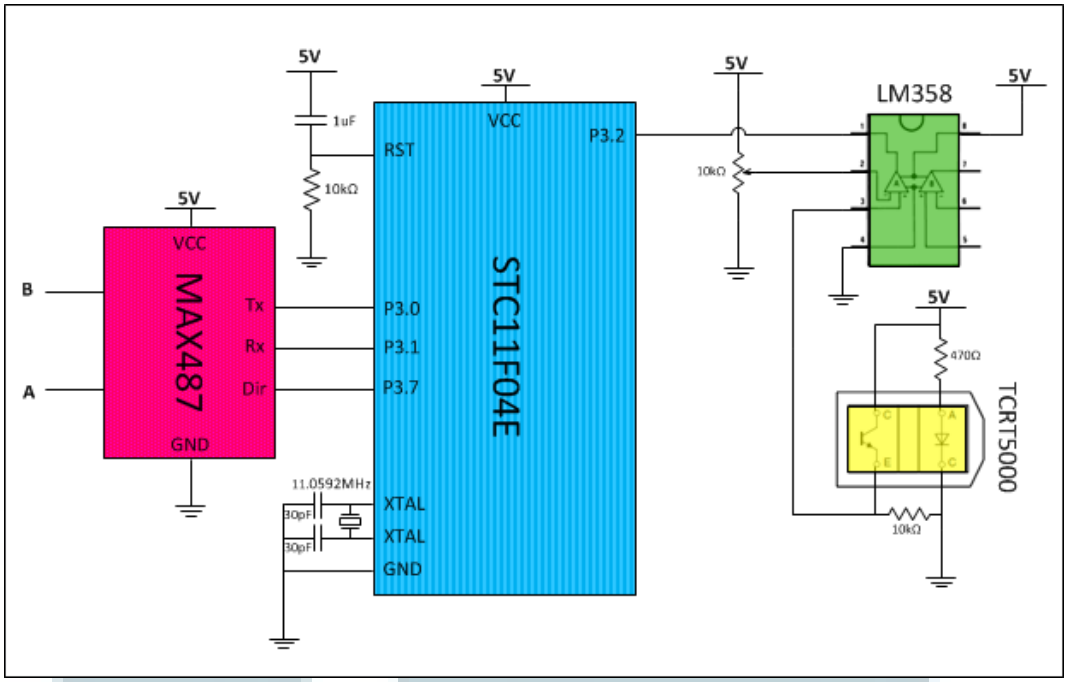
melalui *port* Rx (P3.0) dan Tx (P3.1) menggunakan komunikasi *serial* metode UART.

Op Amp LM358 dalam rangkaian ini berfungsi sebagai *comparator*. Sensor *Infrared* TCRT5000 terdiri dari sebuah IR LED *transmitter* dan sebuah *phototransistor*. Sinyal yang dihasilkan oleh *phototransistor* dibandingkan dengan potensiometer yang berfungsi sebagai *voltage divider*, dan *comparator* akan menghasilkan output 1 jika tegangan dari *phototransistor* lebih besar dibandingkan tegangan potensiometer dan output 0 jika tegangan lebih kecil.

Rangkaian *fan rpm meter* menggunakan fitur *external interrupt* dan *timer interrupt* pada mikrokontroler. *External interrupt* digunakan sebagai *input counter* yang berfungsi untuk mengukur berapa jumlah pulsa yang dideteksi oleh sensor IR. *External interrupt* diatur pada mode *edge-triggered*, sehingga membutuhkan minimal 1 *machine cycle* (12 *system clock*) bernilai *high* dan 1 *machine cycle* bernilai *low* untuk menghitung sebuah pulsa.

Setelah waktu yang ditentukan (*predefined*) oleh *timer* (dalam program ini diatur 3 detik) maka nilai rpm adalah jumlah *counter* dikali 20. Untuk hasil yang lebih akurat, maka nilai rpm adalah rata-rata dari 3 kali pengambilan data. Jadi nilai rpm diketahui setelah minimal 9 detik pengambilan data.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013



Gambar 3.12 Diagram *fan RPM meter*

3.3.3. *Flowchart*

Pada bab ini, *flowchart* untuk setiap bagian akan dijelaskan.

3.3.3.1. Main controller

Saat pertama kali dinyalakan, mikrokontroler akan melakukan inisialisasi sistem. Kemudian *main program* memasuki *loop* seperti yang terlihat pada gambar 3.13. Program memiliki 3 *interrupt* yang akan menginterupsi *main program*, yaitu *timer* 0 *interrupt*, *serial 1 interrupt*, dan *serial 2 interrupt*.

Serial 1 interrupt berhubungan dengan komunikasi *main controller* dengan modul-modul sensor melalui RS-485. Seperti ditunjukkan oleh gambar 3.14, *serial 1 interrupt* akan menginterupsi *main program* sewaktu bit *interrupt flag* RI atau TI bernilai 1. Bit RI bernilai 1 sewaktu ada data yang diterima oleh *serial port* (dari modul sensor), dan bit TI bernilai 1 sewaktu sebuah data sudah

dikirim melalui *serial port* (ke modul sensor). Maka, dalam *serial interrupt*, perlu dilakukan pengecekan terhadap kedua bit tersebut, RI atau TI, agar bisa diambil tindakan yang sesuai.

Serial 2 interrupt terhubung langsung dengan module ZigBee. Seperti *serial 1 interrupt*, *serial 2 interrupt* juga memiliki bit *interrupt* S2RI dan S2TI. Bit S2RI bernilai 1 sewaktu ada data yang diterima (dari modul ZigBee), dan bit S2TI bernilai 1 sewaktu sebuah data sudah dikirim melalui *serial port* 2 (ke modul ZigBee).

Timer 0 interrupt akan menginterupsi *main program* setiap waktu yang sudah ditentukan tercapai, yaitu setiap 500 ms, 1,5 detik dan 5 detik, sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 3.15.

Jika flagpanggilsensor bernilai 1 (flagpanggilsensor bernilai 1 setiap 500 ms, nilai ini diberikan oleh *timer* 0 *interrupt*), maka *main program* akan menjalankan fungsi panggilsensor. Karena menggunakan UART 9-bit, setiap modul yang terhubung dalam sistem memiliki alamat yang unik. Fungsi ini mengirim alamat modul sensor ke jaringan, dan ini merupakan perintah bagi modul sensor yang alamatnya disebutkan untuk mengirim data yang dimilikinya. Rutin ini dijalankan dengan metode *polling* untuk menghindari tabrakan data antar modul sensor. Data respon dari modul sensor akan diterima oleh *serial 1 interrupt*, untuk disimpan dalam setiap variabel khusus.

Jika flagdisplaysensor bernilai 1 (flagdisplaysensor bernilai 1 setiap 1,5 detik, nilai ini diberikan oleh *timer* 0 *interrupt*), maka *main program* akan menjalankan fungsi displaysensor. Fungsi ini akan menampilkan data dari modul

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

sensor ke LCD 2x16 karakter. Data ditampilkan secara berurutan, mulai dari sensor pertama sampai sensor terakhir. Fungsi ini juga melakukan pengecekan apakah data sensor yang diterima sudah benar, misalnya, jika modul sensor tertentu tidak diterima atau modul tersebut rusak, maka akan ditampilkan pesan *error* untuk modul tersebut. Selain itu, fungsi ini juga mengaktifkan *buzzer* pada keadaan yang sudah ditentukan (*predefined*), yaitu suhu lebih dari 50°C (semakin tinggi suhu ruangan, kemampuan pendinginan mesin berkurang dan dapat mengurangi umur pemakaian), sensor *water leak* mendeteksi air, dan/atau saat sensor CO mendeteksi tegangan sensor melebihi 1,960 V (100/255 dari 5 V, sewaktu sensor gas CO mendeteksi adanya gas CO di udara).

Jika flagZdataready bernilai 1, (flagZdataready bernilai 1 jika ada data yang diterima oleh modul ZigBee) maka *main program* akan menjalankan fungsi ZigBeehandler. Fungsi ini akan memanggil fungsi removeZigBeeheader yang akan menghilangkan ZigBeeheader yang berasal dari perintah AT+. Kemudian fungsi ini akan mengekstrak isi dari data yang dikirim oleh ZigBee untuk diolah lebih lanjut. Lalu fungsi ZigBeehandler akan menentukan tindakan yang sesuai untuk pesan yang diterima.

Jika pesan berupa UCAST, maka dilakukan pengecekan kode 4 digit yang dikirim. Jika nilainya = “1991” (*predefined*), maka alamat pengirim disimpan dalam variabel true_adress dan flag1 diberi nilai 1 (ini adalah penanda untuk fungsi berikutnya). Jika nilainya berbeda, alamat pengirim tidak akan disimpan sehingga data tidak akan dikirim ke alamat tersebut. Ini berfungsi sebagai *password* untuk memperoleh data dari *main controller*.

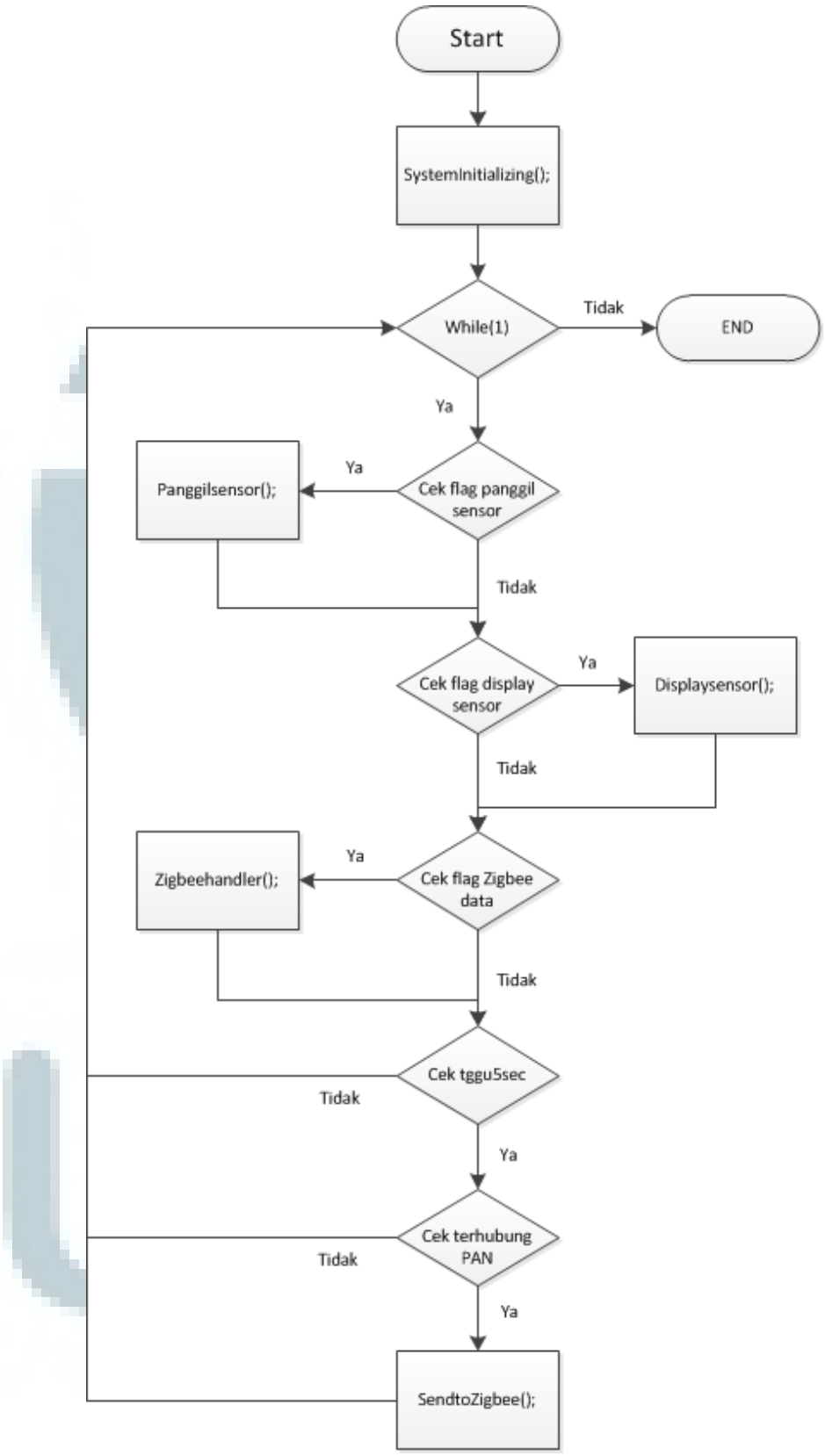
Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

Jika pesan berupa NACK (hal ini terjadi jika hubungan dengan modul ZigBee terputus, sehingga data yang diterima NACK sebaliknya daripada ACK), maka flag1 diberi nilai 0 yang berarti tidak ada modul ZigBee yang sedang terhubung.

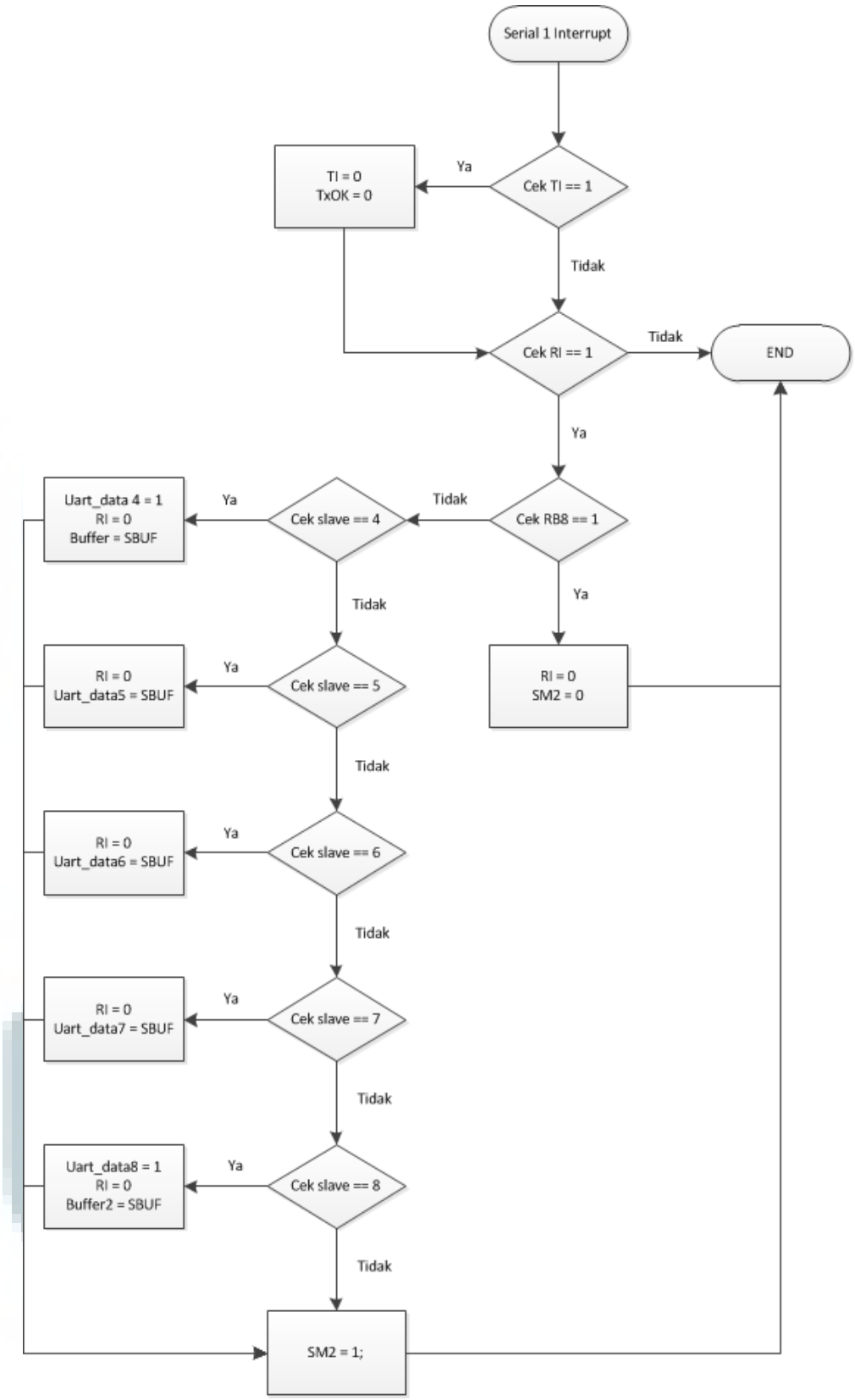
Jika variabel tggu5sec bernilai 100 (*timer* 0 *interrupt* menambah 1 poin setiap 50ms) atau setiap 5 detik, dilakukan pengecekan terhadap variabel flag1. Jika flag1 bernilai 1 (perintah yang dikirim ke ZigBee berisi kode "1991") maka akan dilakukan pengiriman data ke modul ZigBee pengirim pesan. Jika flag1 bernilai 0, maka tidak dilakukan pengiriman data, karena diasumsikan tidak ada modul ZigBee yang terhubung atau mengirim *password* yang benar.

Fungsi ini hanya akan mengirim data ke sebuah modul ZigBee. Jika sebuah modul ZigBee sedang terhubung ke *main controller*, namun ada modul ZigBee lain yang mengirim *password* yang benar, maka *main controller* akan terhubung ke modul ZigBee yang terakhir.

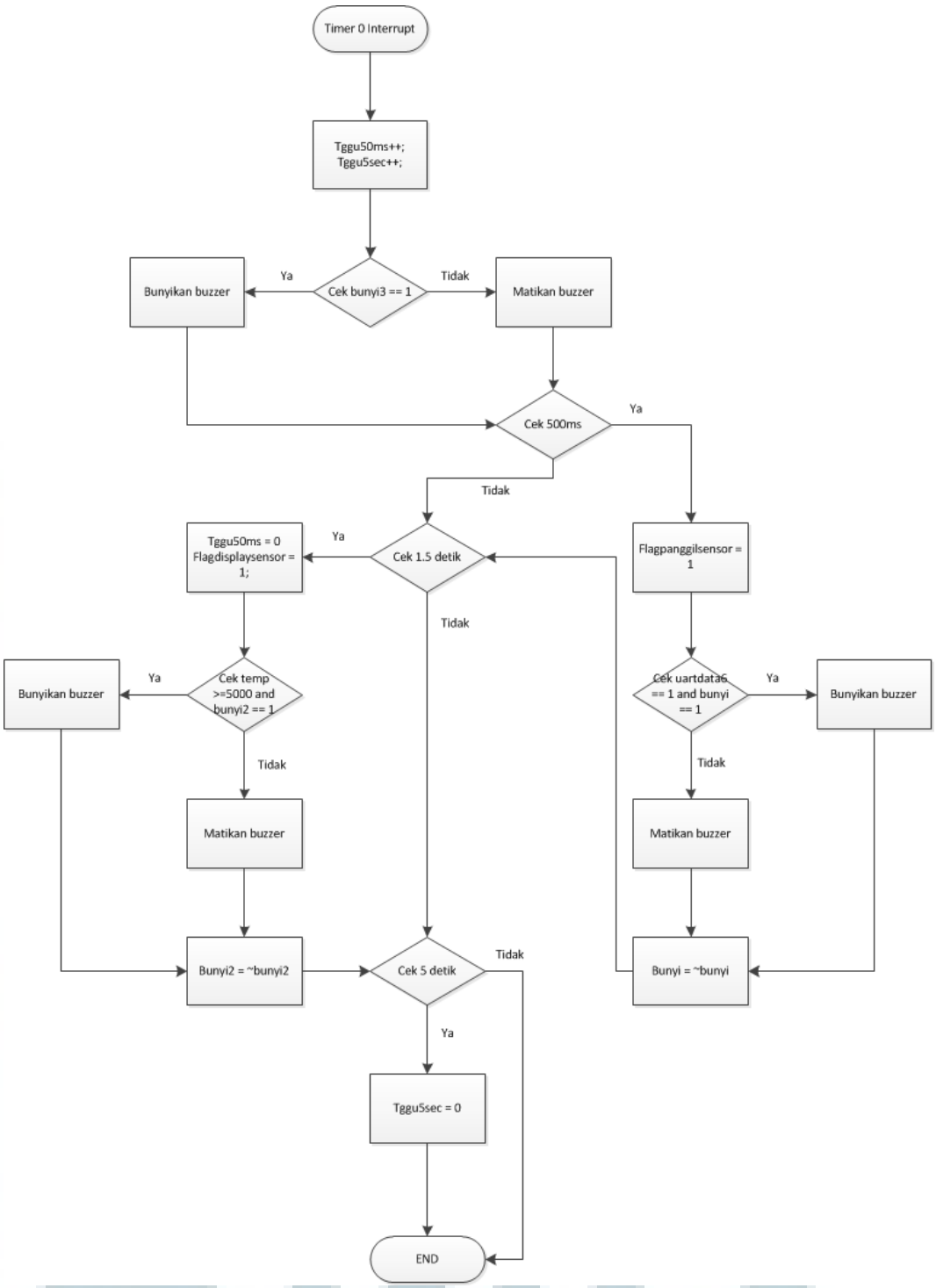
Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013



Gambar 3.13 ***Flowchart main program*** **dari** ***main controller***



Gambar 3.14 ***Flowchart*** **dari** ***serial interrupt main controller***

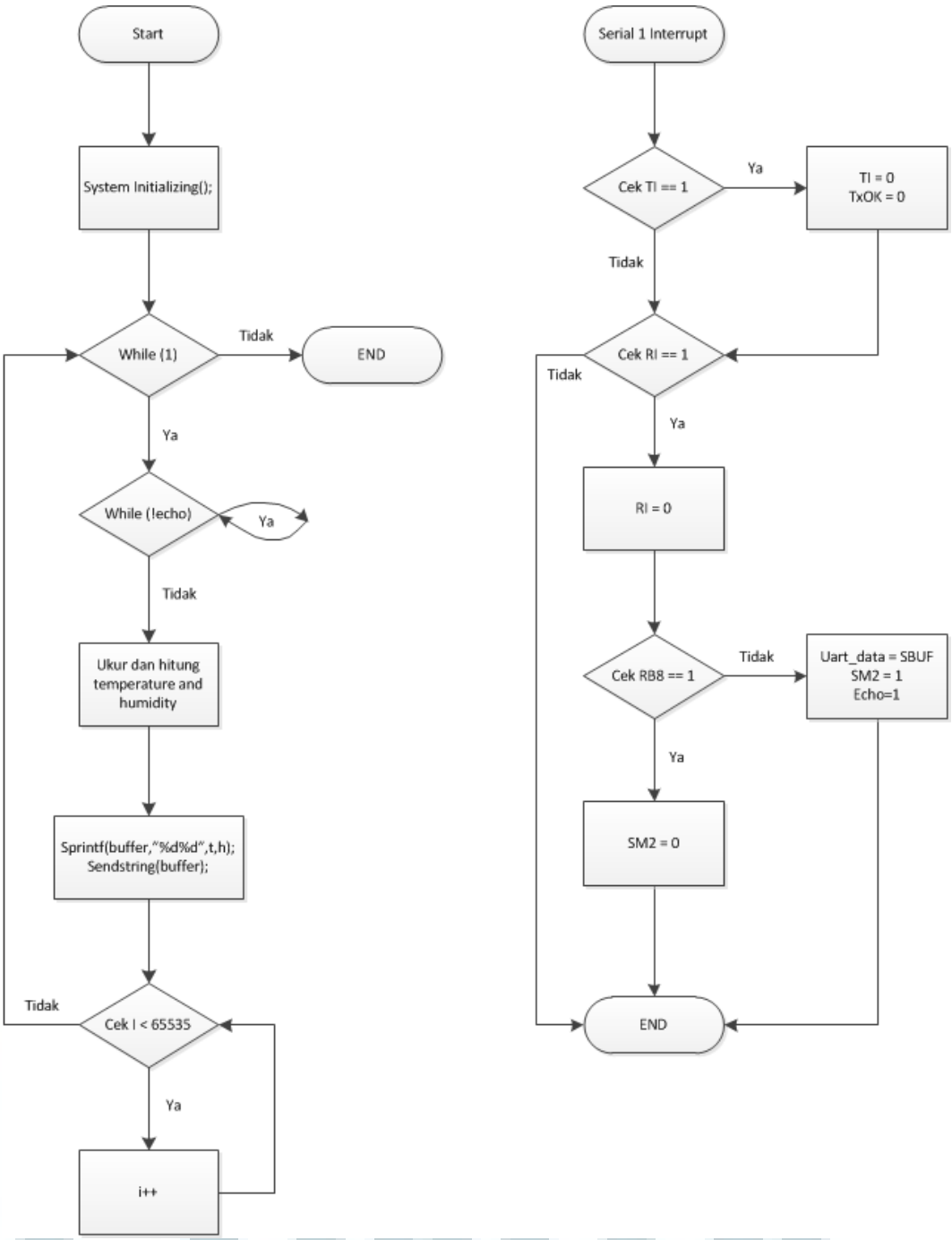


Gambar 3.15 ***Flowchart*** **dari** ***timer interrupt main controller***

3.3.3.2. Sensor 1, Sensor Suhu dan Kelembapan Relatif

Ketika dinyalakan, sensor suhu akan melakukan inisialisasi sistem, kemudian masuk ke dalam *loop* seperti terlihat pada gambar 3.16. Disini, program menunggu *serial* 1 *interrupt* menerima panggilan dari *main controller*. Sewaktu menerima data yang berisi alamatnya (0x04), maka *main program* akan mengambil data suhu dan kelembapan relatif, kemudian melakukan penghitungan dan konversi data ke dalam bentuk *string*. Lalu *string* tersebut akan dikirim ke *main controller* dengan alamat 0x01.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013



Gambar 3.16 *Flowchart* sensor 1, suhu dan kelembapan relatif

3.3.3.3. Sensor 2, *Intrusion detector*

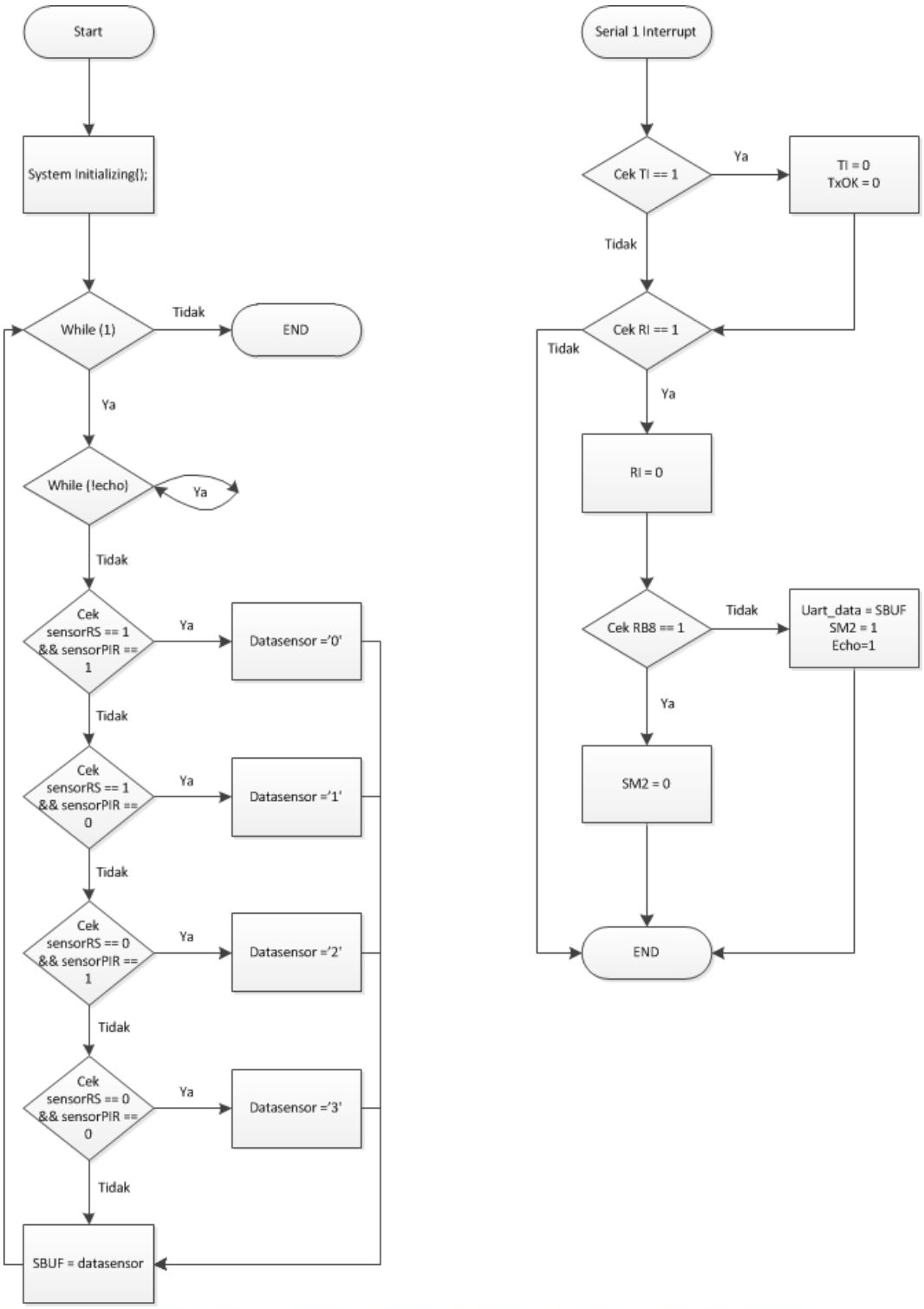
Setelah sensor melakukan inisialisasi sistem, program masuk ke dalam *loop* sebagaimana terlihat pada gambar 3.17. Program lalu menunggu *serial*

interrupt menerima panggilan dari *main controller*. Sewaktu menerima data yang berisi alamatnya (0x05), maka *main program* akan melakukan pengecekan terhadap sensor PIR dan *reed switch*.

- Jika sensor *reed switch* bernilai 1 dan sensor PIR bernilai 1, maka data '0' dikirim yang berarti pintu terbuka, ada orang.
- Jika sensor *reed switch* bernilai 1 dan sensor PIR bernilai 0, maka data '1' dikirim yang berarti pintu terbuka, tidak ada orang.
- Jika sensor *reed switch* bernilai 0 dan sensor PIR bernilai 1, maka data '2' dikirim yang berarti pintu tertutup, ada orang.
- Jika sensor *reed switch* bernilai 0 dan sensor PIR bernilai 0, maka data '3' dikirim yang berarti pintu tertutup, tidak ada orang.

Lalu *string* tersebut akan dikirim ke *main controller* dengan alamat 0x01.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013

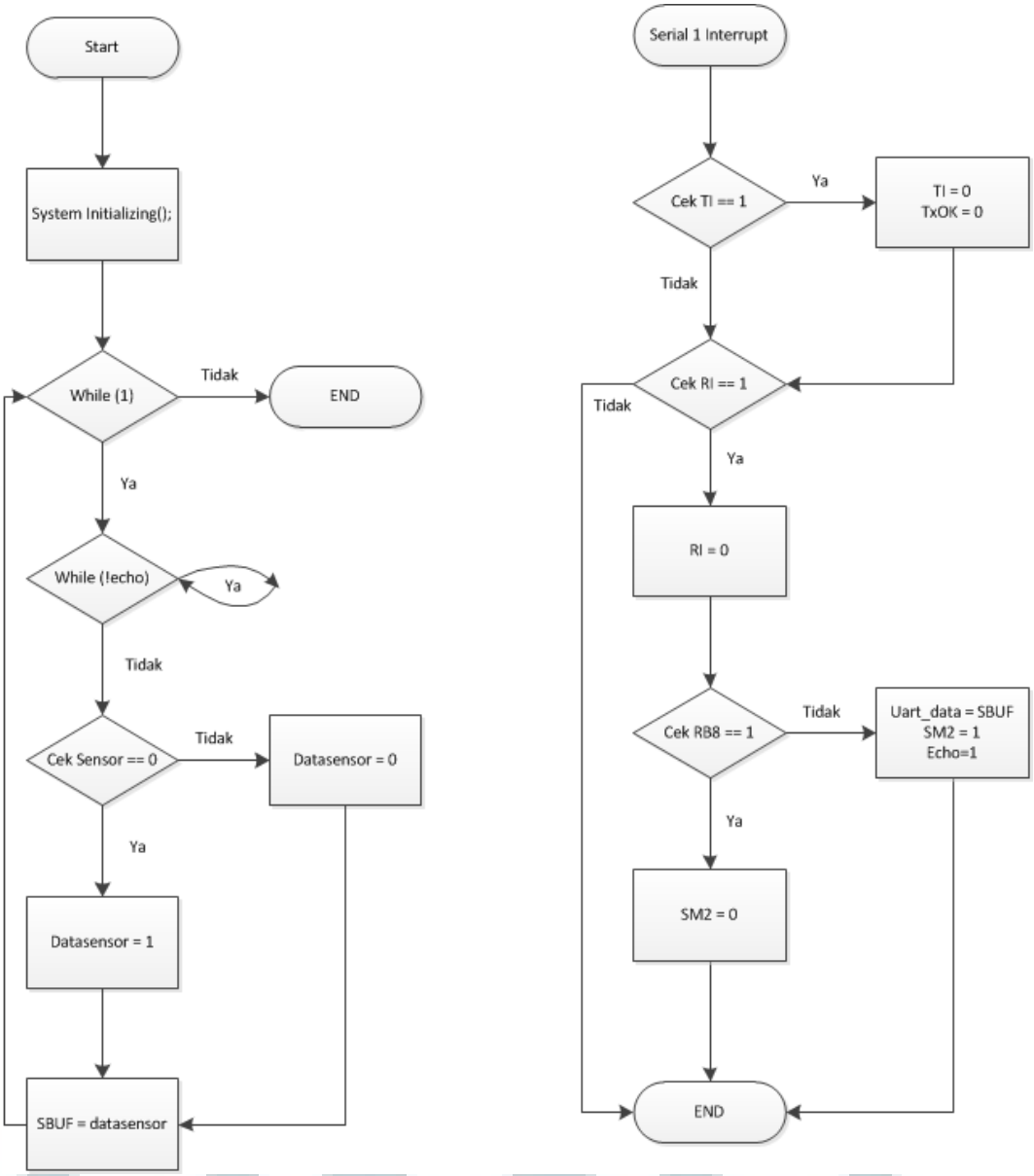


Gambar 3.17 ***Flowchart*** **sensor 2,** ***intrusion detector***

3.3.3.4. Sensor 3, *Water Leak Detector*

Seperti ditunjukkan oleh gambar 3.18, setelah sensor melakukan inisialisasi sistem, program masuk ke dalam *loop*. Program lalu menunggu *serial interrupt* menerima panggilan dari *main controller*. Sewaktu menerima data yang berisi alamatnya (0x06), maka *main program* akan melakukan pengecekan apakah *probe* mendeteksi adanya air atau tidak. Jika ya, maka data '1' akan dikirim, sedangkan jika tidak, maka data '0' akan dikirim ke mikrokontroler dengan alamat 0x01;

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013



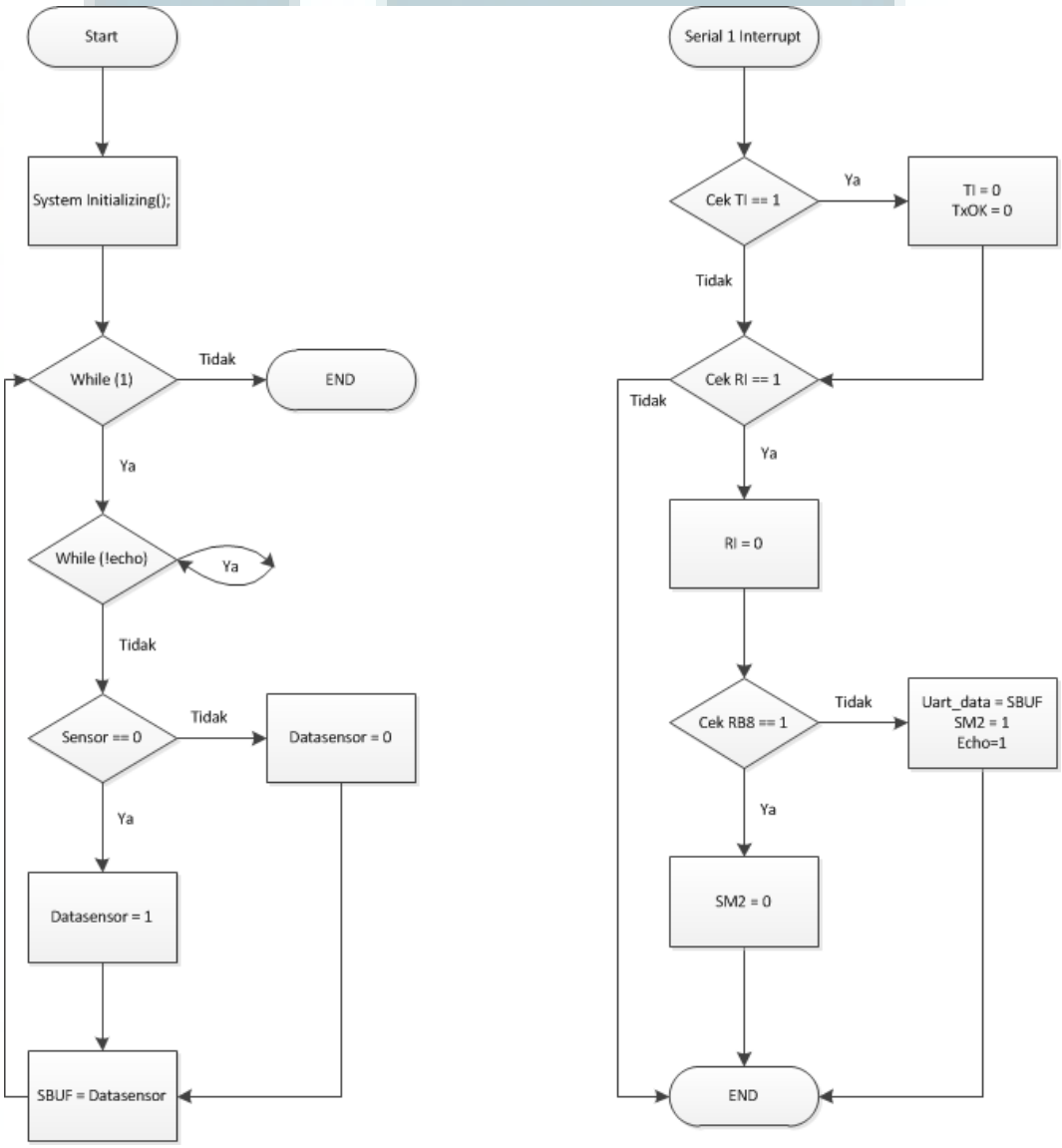
Gambar 3.18 *Flowchart* sensor 3, *water leak detector*

3.3.3.5. Sensor 4, *CO Gas Sensor*

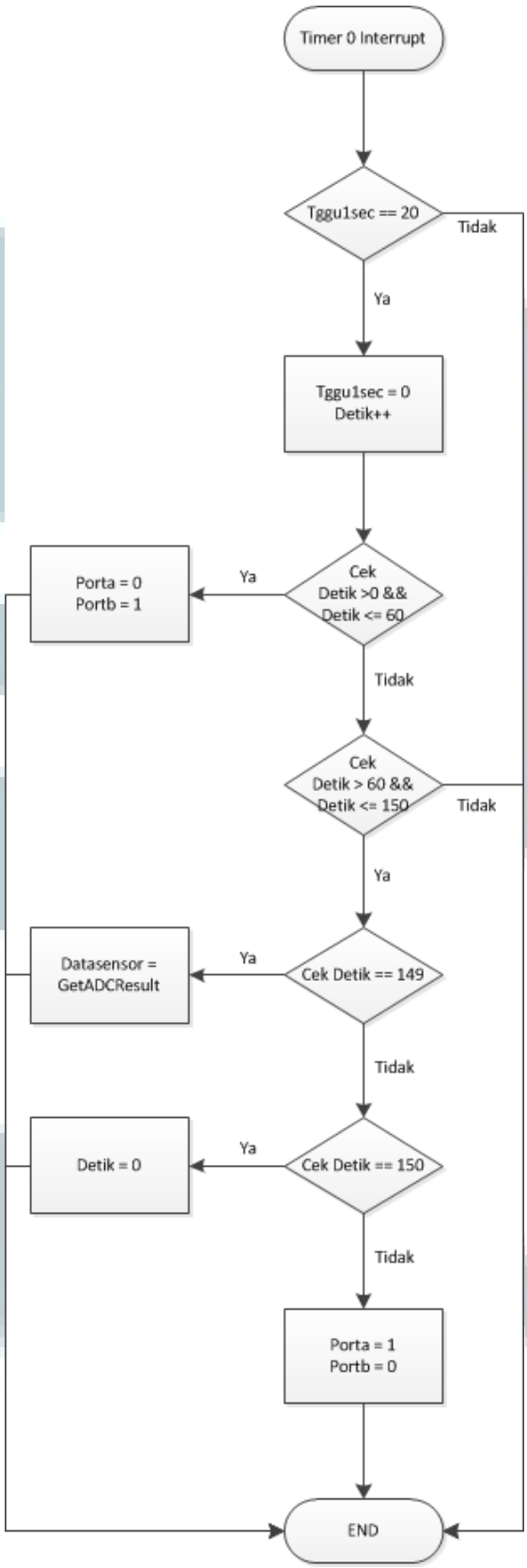
Setelah dinyalakan, sensor CO akan melakukan inisialisasi sistem, kemudian masuk ke dalam *loop* seperti terlihat pada gambar 3.19. Disini, program menunggu *serial interrupt* menerima panggilan dari *main controller*. Sewaktu

menerima data yang berisi alamatnya (0x07), maka *main program* akan mengirim data dari variabel datasensor ke *main controller* dengan alamat 0x01.

Sementara itu seperti ditunjukkan oleh gambar 3.20, *timer interrupt* akan menjalankan siklus 5 V (selama 60 detik) dan 1,4 V (selama 90 detik), kemudian mengambil data ADC di akhir periode 2,5 menit untuk disimpan ke dalam variabel datasensor.



Gambar 3.19 *Flowchart* sensor 4, sensor gas CO

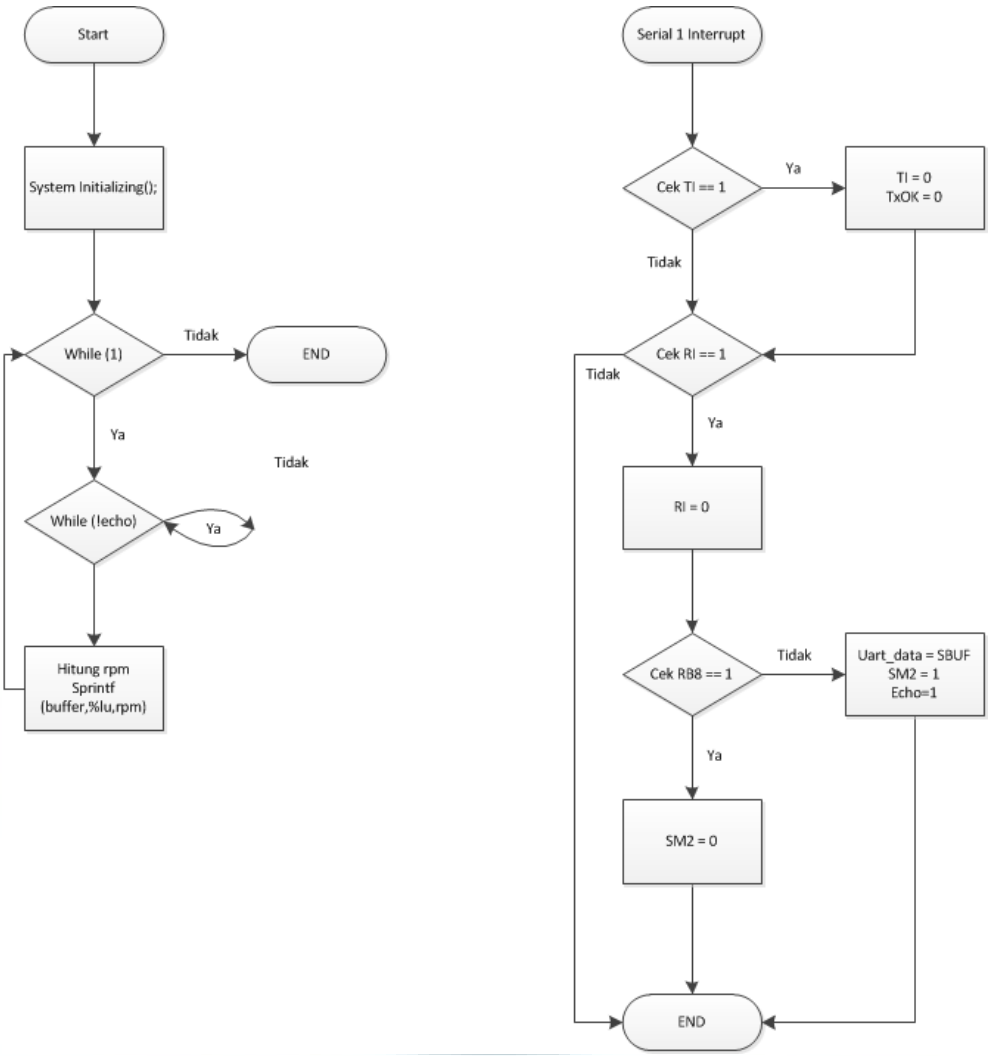


Gambar 3.20 *Flowchart* sensor 4, *timer interrupt* pada sensor gas CO

3.3.3.6. Sensor 5, *Fan RPM Meter*

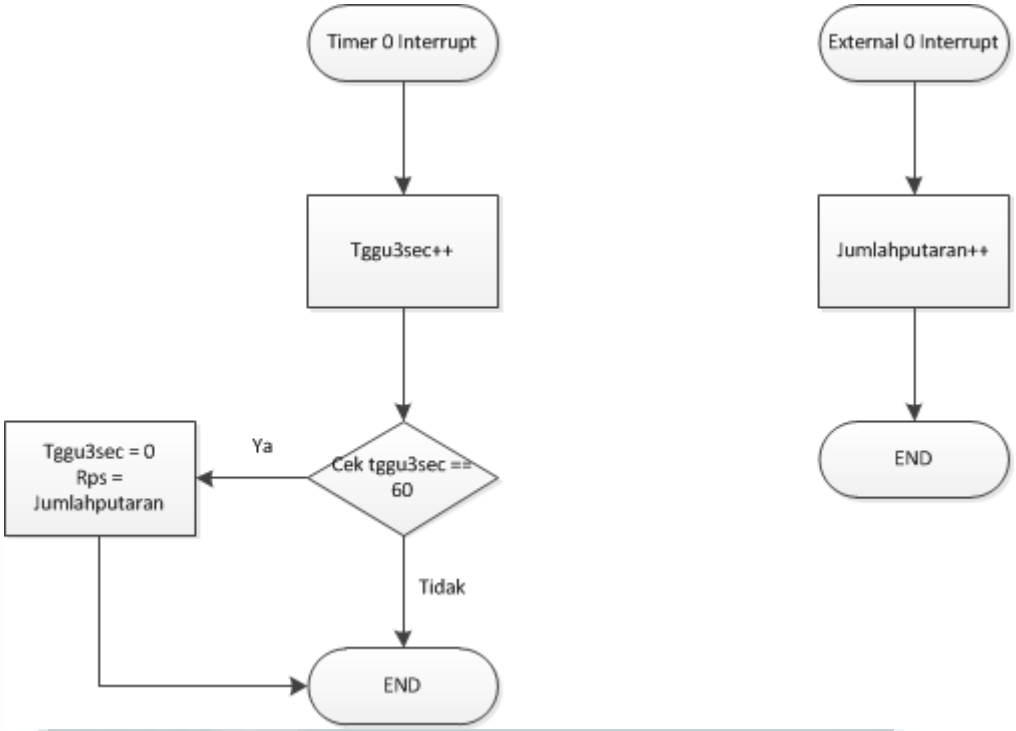
Setelah dinyalakan, *main program* akan melakukan inisialisasi sistem, kemudian masuk ke dalam *loop* seperti terlihat pada gambar 3.21. Disini, program menunggu *serial interrupt* menerima panggilan dari *main controller*. Sewaktu menerima data yang berisi alamatnya (0x08), maka *main program* akan mengambil data rata-rata rotasi per 3 detik. (Dari hasil beberapa percobaan sebelumnya, 3 detik dipilih karena mempunyai hasil yang lebih akurat dibandingkan 1 atau 2 detik, namun masih relatif cepat dalam menghasilkan data.) Kemudian *main program* melakukan penghitungan dan konversi data ke dalam rpm dengan bentuk *string*. Lalu *string* tersebut akan dikirim ke *main controller* dengan alamat 0x01.

Sistem Pemantauan..., Firdaus Kurniawan, FTI UMN, 2013



Gambar 3.21 *Flowchart* sensor 5, *main* program dan *serial interrupt* dari *fan rpm meter*

Sementara itu, *external* 0 *interrupt* akan menghitung jumlah rotasi yang dideteksi oleh sensor infrared untuk mengisi *counter* dan *timer* 0 *interrupt* akan melakukan penghitungan agar dapat mengambil data *counter* setiap 3 detik sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 3.22. Timer 0 interrupt diatur untuk menghitung setiap 50 ms, maka pengecekan dilakukan pada nilai variabel Tggu3sec sudah mencapai 60 (60 x 50ms = 3 sec).



Gambar 3.22 ***Flowchart*** **sensor 5,** ***timer interrupt*** **dan** ***external interrupt*** **dari** ***fan rpm meter***