
Surat Elektronik sebagai Media Komunikasi Data pada Sistem Pemantauan Bahan Bakar pada Sistem Catu Daya BTS

Email as Media of Data Communication on Fuel Level Monitoring System on BTS Power System

Falconi

*Fakultas Teknologi Informasi-Universitas Budi Luhur
Jalan Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan 12260
falconi.mr@gmail.com*

Naskah diterima: 18 November 2013 ; Direvisi: 18 Februari 2014; Disetujui: 14 Maret 2014

Abstract – Base Transceiver Station (BTS) is a set of radio communication equipment used in cellular networks . To maintain the performance of the base stations so that can still work even if the power supply from PLN stopped, several base stations using diesel power plant. So at the time of power failure , BTS will be supplied by the power plant. But large number of bts make them difficult to be monitored manually. Fuel monitoring system is a system to monitor and record fuel level in the tank periodically and continuously. Fuel level converted into normal , minor , major and critical status and then stored into the existing database on the server computer. To get information about fuel level in the tank, an officer can do it by run application on the client computer. The system consists of an ultrasonic sensor (PING))) as a fuel level detector and feed the results into the microcontroller ATMEGA8535 . Microcontroller will convert the analog signal from the sensor into digital form and sent it to the server computer via serial communication. Existing applications on the computer server will receive the data from microcontroller kit and store it into database. Data in database will be called back if there is a request from the client computer and send it through electronic mail. The test results show that the entire system running well.

Keywords— email, monitoring system, ultrasonic sensor

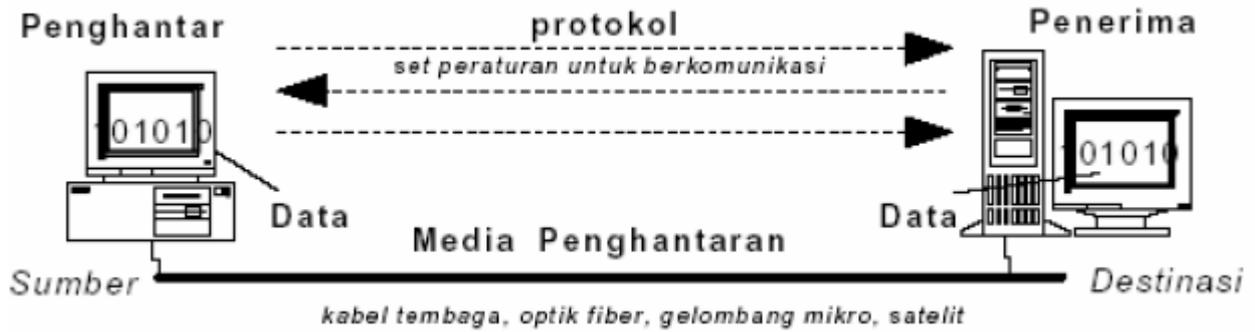
Abstrak - Base Transceiver Station (BTS) merupakan seperangkat radio komunikasi tetap yang digunakan dalam jaringan selular. Untuk mempertahankan kinerja perangkat BTS agar tetap dapat bekerja walaupun suplai catu daya dari PLN terhenti, pada beberapa lokasi BTS ditempatkan pembangkit listrik tenaga solar. Sehingga pada saat PLN mati, maka kebutuhan listrik BTS akan disuplai oleh pembangkit listrik tersebut. Karena lokasi BTS menyebar, diperlukan petugas yang banyak atau waktu yang lama untuk dapat melakukan pengecekan kondisi solar secara keseluruhan. Sehingga sewaktu-waktu pembangkit listrik tidak dapat bekerja saat dibutuhkan dikarenakan solar habis. Sistem pemantau

kondisi solar pada sistem catu daya Base Transceiver Station (BTS) merupakan sebuah sistem pemantau yang berfungsi melakukan pencatatan ketinggian level solar pada tangki secara periodik dan terus menerus. Ketinggian level solar dikonversi kedalam status normal, minor, mayor dan kritis. Status inilah yang akan disimpan ke dalam basis data yang ada pada computer server. Dengan adanya sistem pemantau ini, maka untuk mengetahui kondisi solar pada tangki sebuah stasiun BTS, seorang petugas pemeliharaana dapat melakukannya tanpa perlu lagi mendatangi lokasi BTS, tetapi cukup memantaunya dari aplikasi pada komputer klien. Sistem yang dibangun terdiri dari sensor ultrasonik (PING))) yang bertugas mendeteksi level solar dan mengumpulkan hasilnya ke mikrokontroler ATMEGA8535. Mikrokontroler bertugas untuk mengkonversi sinyal analog yang dihasilkan sensor kedalam bentuk sinyal digital untuk kemudian dikirim ke komputer server melalui komunikasi serial. Aplikasi yang ada pada komputer server akan menerima data tersebut dan menyimpannya pada basis data. Data-data tersebut sewaktu-waktu akan dipanggil kembali apabila ada permintaan dari komputer klien untuk kemudian di kirim melaui surat elektronik. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tangki solar yang dimiliki oleh PT. Berca Hardayaperkasa, diperoleh hasil bahwa keseluruhan sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan.

Keywords—surel, sistem pemantau, sensor ultrasonik

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah membawa banyak perubahan dalam segenap aspek kehidupan manusia. Dimana semuanya bertujuan untuk membantu dan memudahkan manusia dalam menjalankan aktifitasnya sehari-hari. Komputer saat ini bukan hanya di gunakan untuk menyelesaikan masalah kantor, membuat program atau bermain *game*, tetapi dapat di



Gambar 1. Diagram Komunikasi Data

gunakan untuk mengontrol peralatan atau *peripheral* melalui slot atau *port* yang tersedia dalam komputer atau dengan menggunakan *chip interface* yang di programkan sesuai dengan keinginan. *Interfacing* komputer bertujuan untuk menciptakan suatu pengontrolan yang tidak lagi berbasis manual yang dapat dikontrol dari jarak jauh. Sehingga untuk melakukan pengolahan data yang dapat menghemat waktu, ruang dan biaya. Dan hasil yang diperoleh akan sangat bermanfaat dan memberikan nilai lebih bagi pemakainya.

Base Transceiver Station (BTS) merupakan seperangkat radio komunikasi tetap yang digunakan dalam jaringan selular. Untuk mempertahankan kinerja perangkat BTS agar tetap dapat bekerja walaupun suplai catu daya dari PLN terhenti, pada beberapa lokasi BTS ditempatkan pembangkit listrik tenaga diesel. Sehingga pada saat PLN mati, maka kebutuhan daya listrik dari BTS akan disuplai oleh pembangkit listrik tersebut. Karena lokasi BTS menyebar, diperlukan petugas yang banyak atau waktu yang lama untuk dapat melakukan pengecekan kondisi bahan bakar secara keseluruhan, sehingga sewaktu-waktu pembangkit listrik tidak dapat bekerja saat dibutuhkan dikarenakan bahan bakarnya habis.

Untuk menghindari hal tersebut perlu adanya sebuah sistem yang dapat melakukan pemantauan secara jarak jauh tanpa harus mendatangi semua lokasi BTS yang ada. Sehingga kondisi bahan bakar dimanapun dapat dipantau dari satu lokasi saja. Hal ini jelas membawa manfaat dan

penghematan yang signifikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

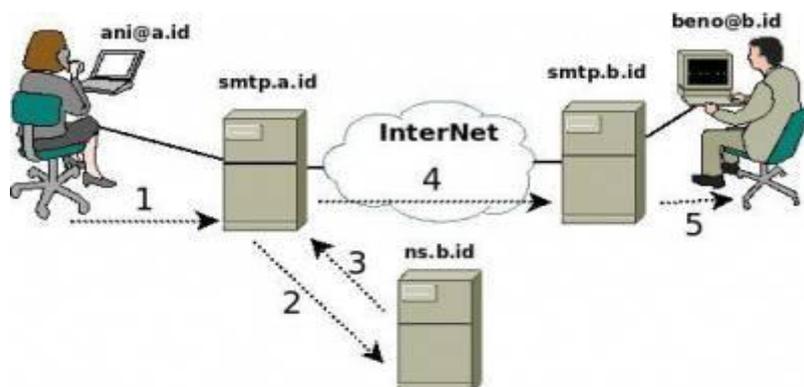
A. Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan bagian dari telekomunikasi yang secara khusus berkenaan dengan transmisi atau pemindahan data dan informasi diantara komputer dan piranti-piranti yang lain dalam bentuk digital yang dikirimkan melalui media komunikasi data. Data berarti informasi yang disajikan oleh isyarat digital. Komunikasi data merupakan bagian vital dari suatu masyarakat informasi karena sistem ini menyediakan infrastruktur yang memungkinkan komputer-komputer dapat berkomunikasi satu sama lain (Riyanto, 2004). Berikut ini ini adalah komponen dalam komunikasi *data*:

- 1) Pengirim : Piranti yang mengirimkan *data*
- 2) Penerima : Piranti yang menerima *data*
- 3) Data : Informasi yang akan dipindahkan
- 4) Media pengiriman : Media yang digunakan untuk mengirimkan data
- 5) Protokol : Aturan yang berfungsi untuk menelaraskan hubungan

B. Surat Elektronik (Surel)

E-mail dalam ilmu komputer adalah singkatan dari *electronic mail* (surat elektronik), yaitu metode mengirim pesan atau data dari komputer satu ke komputer lainnya



Gambar 2. Diagram pengiriman email (telkomspeedy, n.d)

melalui jaringan antarkomputer seperti internet atau intranet (Riyadi, 2012). *Email* sudah mulai dipakai di tahun 1960. Pada saat itu *internet* belum terbentuk, saat itu yang ada hanyalah kumpulan *mainframe* yang terbentuk sebagai jaringan. Mulai tahun 1980 surat elektronik sudah bisa dinikmati khalayak umum. Kemajuan teknologi saat ini membuat *email* menjadi sangat familiar bagi penggunanya, untuk mengakses *email* bahkan kita tidak perlu lagi membukanya dari sebuah komputer, bahkan saat ini dengan semakin banyaknya *smartphone* yang beredar dimasyarakat membuat *email* semakin mudah diakses dimanapun dan kapanpun. Untuk pengiriman *email* diperlukan suatu program *mail-client* dimana *email* yang kita kirim akan melalui beberapa *point* tertentu sebelum sampai ketujuan.

C. Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil, dapat digunakan untuk membuat suatu aplikasi. Pada mikrokontroler, program kontrol disimpan dalam ROM yang ukurannya relatif lebih besar, sementara RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk *register-register* yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan (Telkom Institute of Technology, 2011).

Mikrokontroler AVR (Alf and Vegard’s Risc processor) standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit, dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS 51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Compunting*). AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas,yaitu keluarga ATtiny, AT86RFxx, AT86RFxx. Pada dasarnya, yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya (Bejo, 2008).

Dalam pemilihan jenis mikrokontroler yang akan digunakan, pertimbangan yang dipakai adalah sebagai berikut:

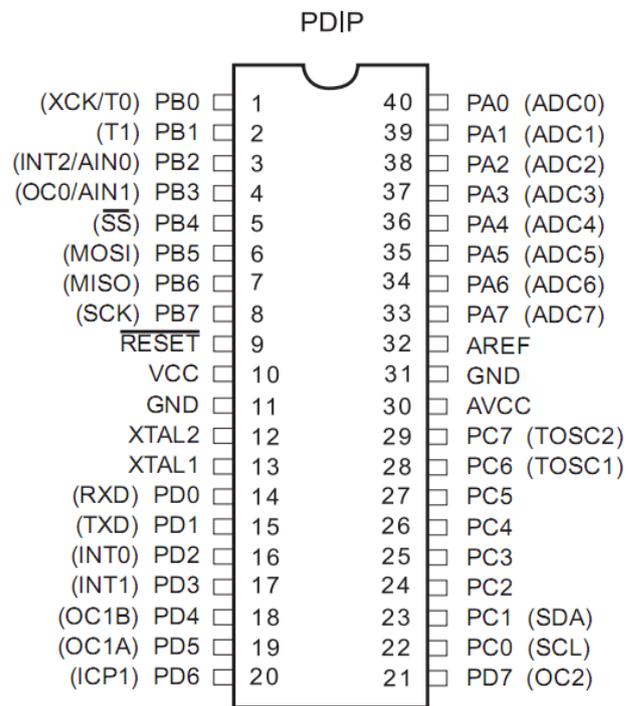
1. Harga mikrokontroler.
2. Ukuran memori mikrokontroler.
3. Fitur-fitur yang diperlukan (ADC, timer, komunikasi USART dll).
4. Kecepatan eksekusi instruksi.
5. Dukungan software yang dapat digunakan.
6. Kemudahan dalam pemrograman.

Pada perancangan Sistem pelaporan otomatis ini digunakan AVR keluarga ATmega yaitu ATmega8535. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fitur yang cukup komplit dan memenuhi keseluruhan fitur yang diperlukan.

Fitur-fitur yang dimiliki oleh ATmega 8535 diantaranya adalah sebagai berikut (Bejo, 2008) :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah , yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D
2. ADC (Analog to Digital Converter) 10 bit sebanyak 8 chanel.
3. 130 instruksi andal yang umumnya hanya membutuhkan 1 siklus clock.
4. Dua buah timer/counter 8 bit, satu buah timer counter 16 bit.
5. Internal SRAM 512 Byte, 512 Byte internal EEPROM dan Memori Flash sebesar 8 KB
6. Unit interupsi internal dan eksternal.
7. Programming lock, fasilitas untuk mengamankan kode program.
8. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat deprogram saat operasi.
9. 4 Channel PWM dan 32x8 bit general purpose register.
10. Hampir mencapai 16 MIPS pada Kristal 16 MHz.
11. Port USART programmable, TWI dan I2C untuk komunikasi serial.

IC Mikrokontroler ATmega 8535, merupakan sebuah IC yang memiliki 40 pin/kaki dan memiliki fungsi-fungsi yang berbeda-beda. Konfigurasi pin ATmega8535 terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Pin ATMEGA 8535 (Telkom Institute of Technology, 2011)

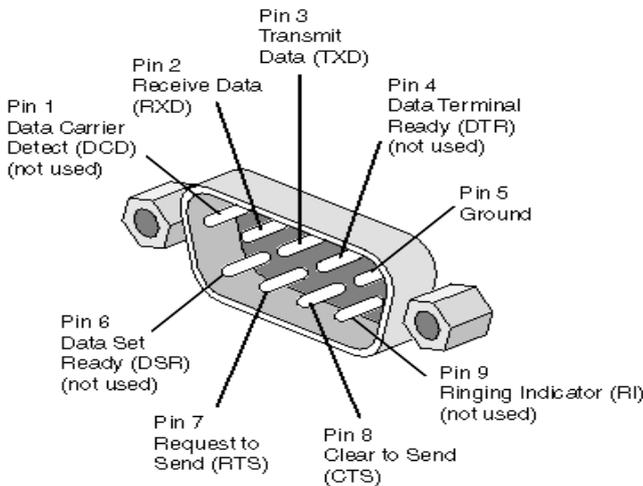
D. Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu. Pada dasarnya komunikasi serial adalah kasus khusus komunikasi paralel dengan nilai $n = 1$, atau dengan kata lain adalah suatu bentuk

komunikasi paralel dengan jumlah kabel hanya satu dan hanya mengirimkan satu bit data secara simultan (Baskoro & Khalilullah, n.d).

Standar RS232 ditetapkan oleh Electronic Industry Association and Telecommunication Industry Association pada tahun 1962. Nama lengkapnya adalah *EIA/TIA-232 Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange*. Meskipun namanya cukup panjang tetapi standar ini hanya menyangkut komunikasi data antara komputer dengan alat-alat pelengkap komputer. Ada dua hal pokok yang diatur standar RS232, yaitu bentuk sinyal dan level tegangan yang dipakai. RS232 dibuat pada tahun 1962, jauh sebelum IC TTL populer, oleh karena itu level tegangan yang ditentukan untuk RS232 tidak ada hubungannya dengan level tegangan TTL, bahkan dapat dikatakan jauh berbeda (Telkom Institute of Technology, 2008). Beberapa parameter yang ditetapkan EIA (Electronics Industry Association) antara lain:

1. Sebuah 'spasi' (logika 0) antara tegangan +3 s/d +25 volt
2. Sebuah 'tanda' (logika 1) antara tegangan -3 s/d -25 volt
3. Daerah tegangan antara +3 s/d -3 volt tidak didefinisikan
4. Tegangan rangkaian terbuka tidak boleh lebih dari 25 volt (dengan acuan ground)
5. Arus hubung singkat rangkaian tidak boleh lebih dari 500 mA.



Gambar 4. Konfigurasi pin pada DB9 (SGI, 2004)

TABEL 1. NAMA-NAMA PIN DB 9

No. pin	Nama sinyal	Arah	Keterangan
1	DCD	In	Data Carrier Detect/Receiver Line Signal Detect
2	RxD	In	Receiver Data
3	TxD	Out	Transmitter Data
4	DTR	Out	Data Terminal Ready
5	GND	-	-
6	DSR	In	Data Set Ready
7	RST	Out	Request To Send

No. pin	Nama sinyal	Arah	Keterangan
8	CTS	In	Clear To Send
9	RI	In	Ring Indikator

sumber : (SGI, 2004)

E. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah Kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam (Donnel, Sumardi, & Setiawan, n.d).

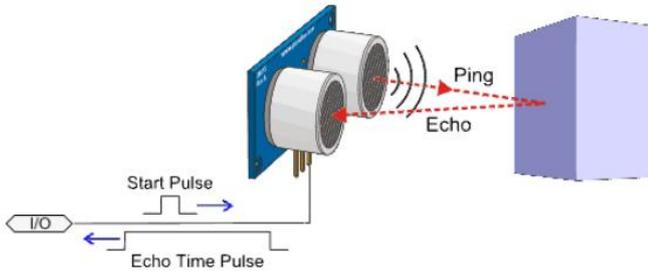
Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya), dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses *sensing* yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian Tx sampai diterima oleh rangkaian Rx, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara.

Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas

waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya



Gambar 5. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik (Mc Comb, 2012)

Jarak = (Lebar Pulsa/29.034uS) /2 (dalam cm) atau Jarak = (Lebar Pulsa x 0.034442) /2 (dalam cm) Karena 1/29.034 = 0.34442.

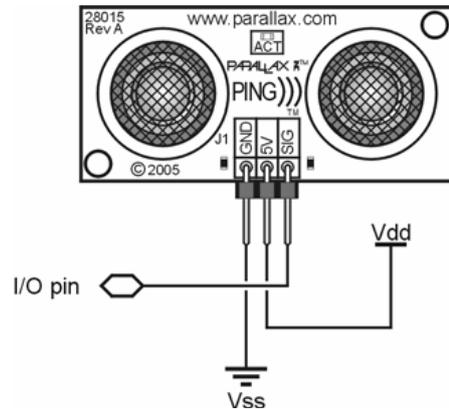


Gambar 6. Sensor Ultrasonic PING))) Parallax (sumber: (Mc Comb, 2012))

Sensor ultrasonic PING))) Parallax

Sensor ultrasonik PING))) Jarak Sensor ultrasonik merupakan modul all-in-one yang secara akurat dapat mengukur jarak antara dirinya dan benda-benda di dekatnya. Jarak yang efektif adalah dari sekitar 1 inci sampai 10 kaki (2 sentimeter hingga 3 meter). Sensor ultrasonik PING))) hanya membutuhkan catu daya yang kecil, dan sangat ideal untuk digunakan dalam robot *mobile*, sistem keamanan, dan aplikasi lain untuk mendeteksi benda-benda di dekatnya, atau mengukur jarak dari sensor. Dalam pengoperasiannya, proses pengukuran jarak objek dimulai dengan mengirimkan pulsa frekuensi (40 kHz) dengan peroida yang pendek dari modul PING))). Waktu yang diperlukan dari mulai sinyal dikirim sampai diterima kembali oleh sensor merepresentasikan jarak antara modul PING))) dengan setiap benda di depannya. Menggunakan aritmatika dasar, kita dapat mengkonversi waktu yang dibutuhkan sejak sinyal dikirim sampai diterima ke dalam satuan inci atau sentimeter. Frekuensi suara yang digunakan dalam sensor berada di kisaran ultrasonik, dan berada di luar pendengaran manusia (Mc Comb, 2012).

Pada modul Ping))) terdapat 3 pin yang digunakan untuk jalur power supply (+5V), ground dan signal. Pin signal dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Ping))) mendeteksi objek dengan cara mengirimkan suara ultrasonik dan kemudian “mendengarkan” pantulan suara tersebut. Ping))) hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5uS). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200uS. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034uS), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke Ping))). Selama menunggu pantulan, Ping))) akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh Ping))). Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara Ping))) dengan objek. Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak dengan perhitungan sebagai berikut :



Gambar 7. Basic Wiring Sensor Ultrasonic PING))) Parallax (sumber: (Mc Comb, 2012))

Terdapat beberapa definisi basis data menurut para ahli, yaitu (Hakim, 2012):

1. Menurut Chendramata, basis data adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang dan diperuntukkan sebagai media untuk menyimpan data-data transaksi yang dihasilkan pada sebuah proses bisnis. Database minimal terdiri dari satu file yang cukup untuk dimanipulasi oleh komputer sedemikian rupa.
2. Menurut Nugroho, *database* adalah sebuah bentuk media yang digunakan untuk menyimpan sebuah data. basis data dapat diilustrasikan sebagai rumah atau gudang yang akan dijadikan tempat menyimpan berbagai macam barang.
3. Menurut Gordon C. Everest basis data adalah koleksi atau kumpulan data yang mekanis, terbagi/*shared*, terdefinisi secara formal dan dikontrol terpusat pada organisasi.
4. Menurut C.J. Date basis data adalah koleksi “data operasional” yang tersimpan dan dipakai oleh sistem aplikasi dari suatu organisasi. Data *input* adalah data yang masuk dari luar sistem Data *output* adalah data yang dihasilkan sistem Data operasional adalah data yang tersimpan pada sistem.
5. Menurut Toni Fabbri basis data adalah sebuah sistem file-file yang terintegrasi yang mempunyai minimal *primary key* untuk pengulangan data.

6. Menurut S. Attre basis data adalah koleksi data-data yang saling berhubungan mengenai suatu organisasi / *enterprise* dengan macam-macam pemakaiannya.
7. Menurut Chou, basis data adalah kumpulan informasi yang bermanfaat yang diorganisasikan ke dalam tatacara yang khusus. Menurut fabbri dan Schwab, *database* adalah sistem berkas terpadu yang dirancang terutama untuk meminimalkan pengulangan (*redundancy*) data. Sedangkan menurut Date, *database* dapat dianggap sebagai tempat sekumpulan berkas dan terkomputerisasi, jadi sistem *database* menurut Date pada dasarnya adalah sistem terkomputersai yang tujuan utamanya adalah melakukan pemeliharaan terhadap informasi dan membuat informasi tersebut tersedia saat dibutuhkan.

Sedangkan menurut Stephens dan Plew (2000) dalam (Imbar & Mulyadi, 2010) Basis data didefinisikan sebagai mekanisme yang digunakan untuk menyimpan informasi atau data. Basis data juga dapat diartikan sebagai kumpulan data yang saling berhubungan satu dengan lainnya yang diorganisirkan berdasarkan sebuah skema atau struktur tertentu, tersimpan pada *hardware* (komputer) dan menggunakan software untuk melakukan manipulasi sebagai penyedia informasi bagi pengguna (*user*). Dengan basisdata, pengguna dapat menyimpan data secara terorganisir. Sehingga informasi yang terdapat dalam data tersebut dengan mudah dapat diambil. Dari uraian di atas, basisdata data memiliki peranan yang cukup penting. Ada beberapa hal mengapa basisdata diperlukan, yaitu:

1. Basisdata merupakan salah satu komponen penting dalam sistem informasi yang merupakan dasar dalam hal menyediakan informasi.
2. Basisdata menentukan kualitas informasi, yaitu akurat, tepat pada waktunya dan relevan. Dengan kata lain informasi itu dapat dikatakan bernilai bila manfaatnya lebih efektif dibandingkan dengan biaya mendapatkannya.
3. Basisdata dapat mengurangi duplikasi data (*data redundancy*).

4. Basisdata bisa meningkatkan hubungan antar data dengan struktur yang telah ditentukan sehingga memudahkan dalam hal relasi antar komponen basisdata tersebut.

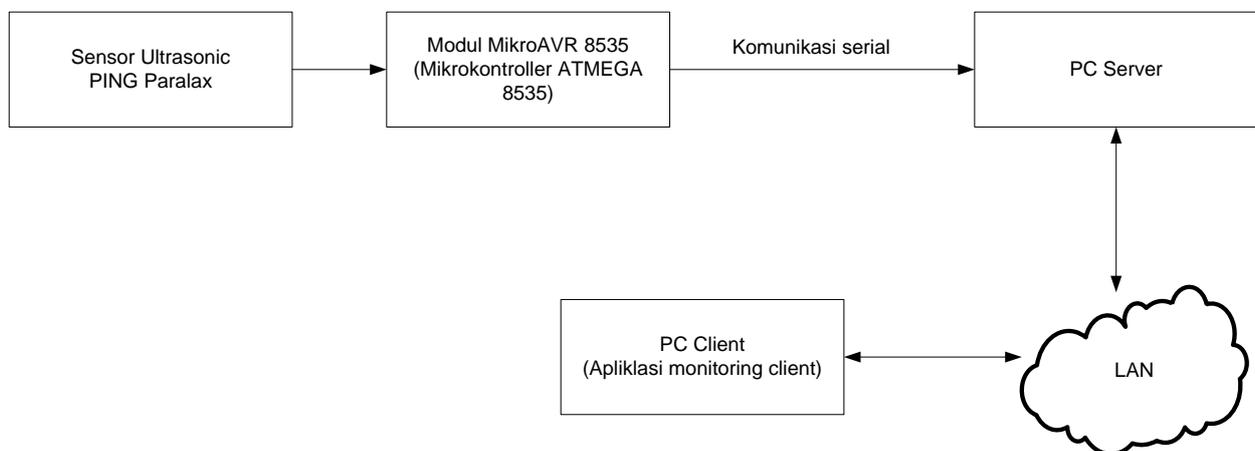
III. PERANCANGAN

A. Prinsip Kerja Sistem

Sistem pengukuran volume tangki solar yang akan dibuat menggunakan sensor ultrasonik dari PING))) Parallax yang berfungsi mendeteksi ketinggian permukaan solar pada tangki. Sensor ultrasonik akan membangkitkan dan memancarkan sinyal dengan frekuensi sekitar 40 KHz yang akan dipantulkan oleh permukaan solar pada tangki. Sinyal pantulan tersebut kemudian akan diterima oleh mikrofon yang ada pada sensor. Keluaran dari sensor ultrasonik diumpankan ke kit MikroAVR 8535 V2.0 yang menggunakan mikrokontroler ATMEGA 8535 sebagai controller sebelum kemudian dikirim dan diproses lebih lanjut oleh komputer. Komputer server akan melakukan pengecekan terhadap data yang diterima di saluran komunikasi serialnya yang berupa ketinggian level solar pada tangki. Data level solar tersebut akan diklasifikasikan ke dalam 4 macam kondisi yaitu 'normal', 'minor', 'major' dan 'critical' untuk kemudian disimpan di basis data. Apabila terdeteksi level solar masuk dalam klasifikasi tidak normal, maka akan dikirim notifikasi melalui email yang berisi kondisi solar pada saat itu.

Mikrokontroler ATMEGA 8535 dipilih karena memiliki fungsi *Analog to Digital Converter* (ADC) yang diperlukan untuk merubah sinyal yang keluaran sensor ultrasonik yang berupa sinyal analog ke dalam bentuk sinyal digital. Hal ini dilakukan dikarenakan data yang akan diolah di computer harus dalam bentuk sinyal digital. Fitur ADC yang terintegrasi di dalam IC Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535 ini sangat menguntungkan karena rangkaian dapat dibuat lebih sederhana dan lebih murah, karena tidak memerlukan rangkaian ADC terpisah.

Disamping memiliki fitur ADC, fitur IC ATMEGA 8535 yang tidak kalah penting adalah kemampuannya untuk



Gambar 8. Diagram Blok Sistem

berkomunikasi dengan perangkat lain secara serial baik secara Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) maupun Universal Synchronous-Asynchronous Receiver/Transmitter (USART). Fitur komunikasi serial ini dibutuhkan sebagai sarana komunikasi antara Mikrokontroler ATMEGA 8535 dengan Komputer.

B. Rancangan Basis Data

Dalam aplikasi sistem pengukuran *volume* tangki solar, basis data menggunakan arsitektur sistem tunggal/*stand alone*, atau basis data yang digunakan adalah basis data lokal. Basis data ini berfungsi untuk menyimpan kondisi solar yang terdeteksi melalui sensor dan juga untuk menyimpan daftar penerima laporan.

TABEL 2. STRUKTUR TABEL DATA STATUS

No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar Digit	Keterangan
1.	Id	Integer	11	Id
2.	Date	Datetime	10	Tanggal dan waktu kejadian
3.	Status	Tiny	1	Level status tangki solar

Tabel data status berfungsi untuk menyimpan status dari level solar yang ada di dalam tangki. *Field* status memiliki ukuran 1 (satu), karena status akan dikonversi ke bilangan 1 (digit) yaitu 0, 1, 2 dan 3. 0 (nol) menandakan bahwa ketinggian level solar dalam keadaan normal, artinya masih mencukupi untuk mensuplai untuk jangka waktu yang lama. 1 (satu) menandakan solar berada pada level minor, 2 (dua) menandakan level mayor dan 3 menandakan level kritis.

TABEL 3. STRUKTUR TABEL DATA EMAIL

No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar Digit	Keterangan
1.	Id	Integer	11	Id
2.	Nama	Varchar	50	Nama user
3.	Emailadd	Varchar	50	Alamat email user
4.	Serverity	Tiny	1	Level status tangki solar

Tabel Data Email berfungsi untuk menyimpan data-data mengenai nama, alamat email dan severity dari para penerima laporan. *Severity* berisi pilihan tingkatan status, artinya sipemilik email akan dikirim laporan sesuai dengan tingkat status yang dipilih pada pilihan *severity*.

TABEL 4. STRUKTUR TABEL DATA MASTERSTATUS

No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar Digit	Keterangan
1.	Id	Integer	1	Id
2.	Description	Varchar	20	Deskripsi status

C. Rancangan Aplikasi dan Antarmuka pada Komputer

Aplikasi pada komputer bertugas mengolah data yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Data yang diterima merupakan data mengenai ketinggian solar pada tangki. Data tersebut akan dicek dan ditentukan apakah masuk dalam kategori normal, minor, major atau kritis dan selanjutnya akan ditampilkan pada antarmuka di komputer setelah sebelumnya disimpan ke dalam basis data.

Rancangan cara kerja dari aplikasi ditunjukkan dalam bentuk diagram alir dan algoritma.

1. Diagram alir aplikasi pada komputer server

Diagram alir dari aplikasi yang ada pada komputer server terdiri dari :

a. Diagram alir pada tampilan utama.

Diagram alir pada tampilan utama atau tampilan awal diperlihatkan pada Gambar 9. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa akan ada 2 (dua) menu utama pada tampilan, yaitu menu 'File' dan 'Edit'. Di dalam menu 'File' terdapat empat submenu, yaitu :

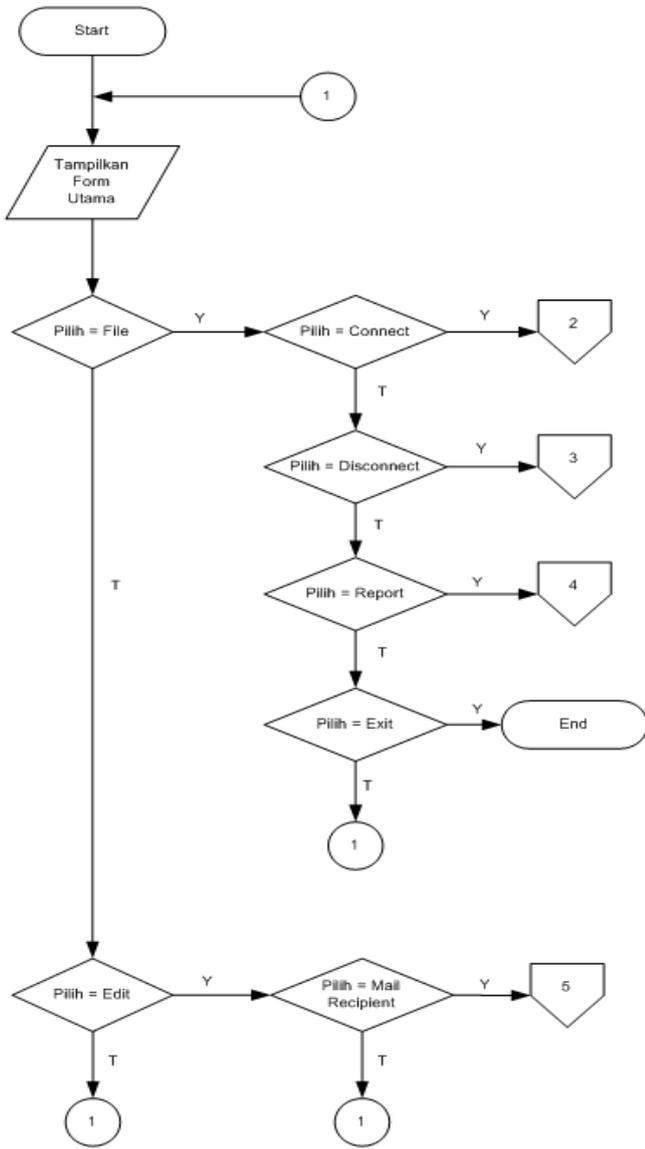
- 1) Submenu 'connect', untuk membangun hubungan antara komputer server dengan rangkaian mikrokontroler melalui komunikasi secara serial.
- 2) Submenu 'disconnect', untuk memutuskan hubungan antara komputer server dengan rangkaian mikrokontroler.
- 3) Submenu 'report', yang apabila diklik akan menampilkan jendela baru yang berisi laporan hasil pemantauan yang tersimpan di basis data pada perioda waktu tertentu.
- 4) Submenu 'exit', untuk keluar dari aplikasi.

Seperti halnya menu utama 'File', Menu 'Edit' pun memiliki submenu sebanyak satu buah, yaitu 'mail recipient'. Apabila submenu 'mail recipient' diklik maka akan ditampilkan jendela baru yang berfungsi untuk menambah dan atau mengubah data-data penerima surat elektronik yang akan dikirim laporan pada kondisi-kondisi tertentu berkaitan dengan keadaan solar di dalam tangki.

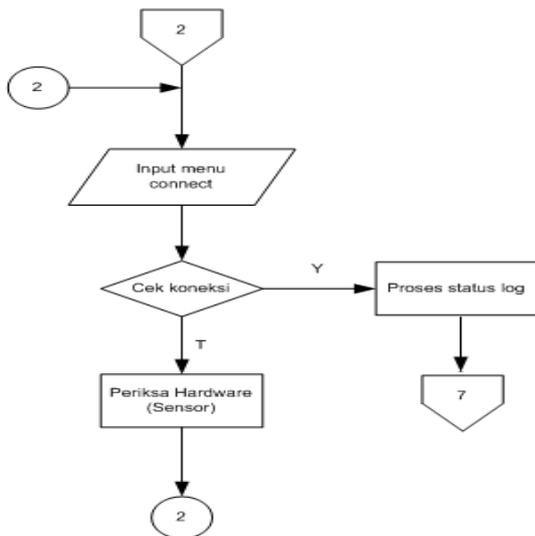
b. Diagram alir pada submenu 'connect'

Pada diagram alir submenu 'connect' menjelaskan bagaimana proses yang terjadi apabila submenu 'connect' diklik.

Apabila submenu 'connect' diklik, maka aplikasi akan melakukan pengecekan terhadap koneksi fisik komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer server. Apabila hasil pengecekan tersebut menyatakan bahwa koneksi fisik sudah baik, maka system akan mengkoneksikan komputer server dan rangkaian mikrokontroler secara software, dan selanjutnya proses pemantauan akan dilakukan. Tetapi apabila hasil pengecekan menunjukkan bahwa koneksi fisik belum baik, maka akan keluar notifikasi bahwa koneksi tidak bisa dilakukan.



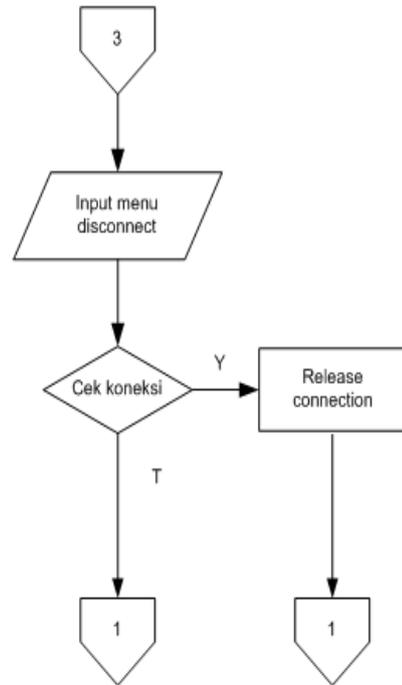
Gambar 9. Diagram alir tampilan utama



Gambar 10. diagram alir submenu 'connect'

c. Diagram alir submenu 'disconnect'

Diagram alir ini menggambarkan bagaimana proses yang terjadi apabila submenu 'disconnect' diklik. Ketika submenu 'disconnect' diklik, maka aplikasi akan melakukan pengecekan status koneksi antara komputer server dengan mikrokontroler. Apabila terdeteksi statusnya terhubung, maka aplikasi akan memutuskan hubungan dengan mikrokontroler.



Gambar 11. Diagram alir submenu 'disconnect'

d. Diagram alir cek status

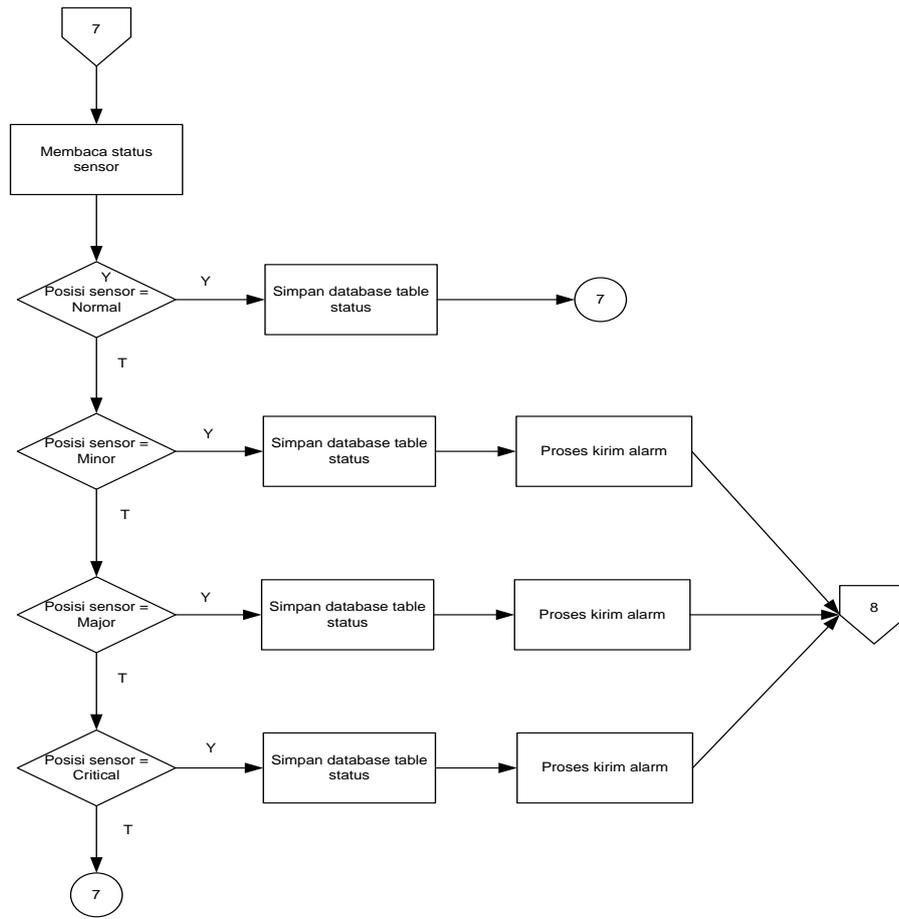
Diagram alir ini menggambarkan bagaimana proses yang terjadi setelah komputer server dengan rangkaian mikrokontroler.

Aplikasi akan terus menerus melakukan pengecekan status sensor secara periodik. Ada 4 (empat) tingkatan status keadaan solar sesuai dengan ketinggian level solar di dalam tangki, yaitu 'normal', 'minor', 'major' dan 'critical'. Masing-masing status memiliki keterkaitan dengan ketinggian level solar di dalam tangki dan nilainya dapat diubah pada menu 'edit'.

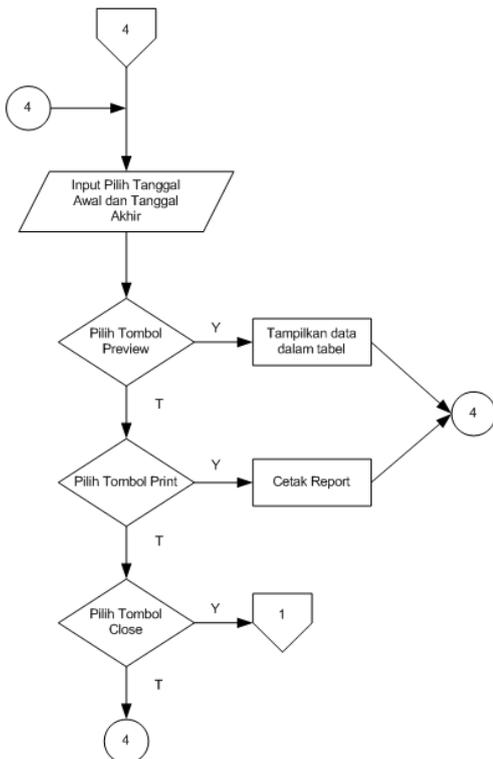
Setiap kali sensor membaca kondisi solar, maka data ketinggian tersebut akan secara otomatis disimpan ke dalam basis data. Aplikasi diatur apabila status solar adalah 'minor', 'major' atau 'critical' maka setelah data status dan ketinggian disimpan ke basis data, selanjutnya akan dikirim ke alamat-alamat email yang tersimpan, yang dimasukkan pada form submenu 'mail recipient'.

e. Diagram alir submenu 'report'

Dapat dilihat pada gambar proses dimana user berinteraksi dengan basis data dengan menampilkan data dalam bentuk report.



Gambar 12. Diagram alir cek status



Gambar 13. Diagram alir submenu 'report'

f. Diagram alir submenu 'mail recipient'

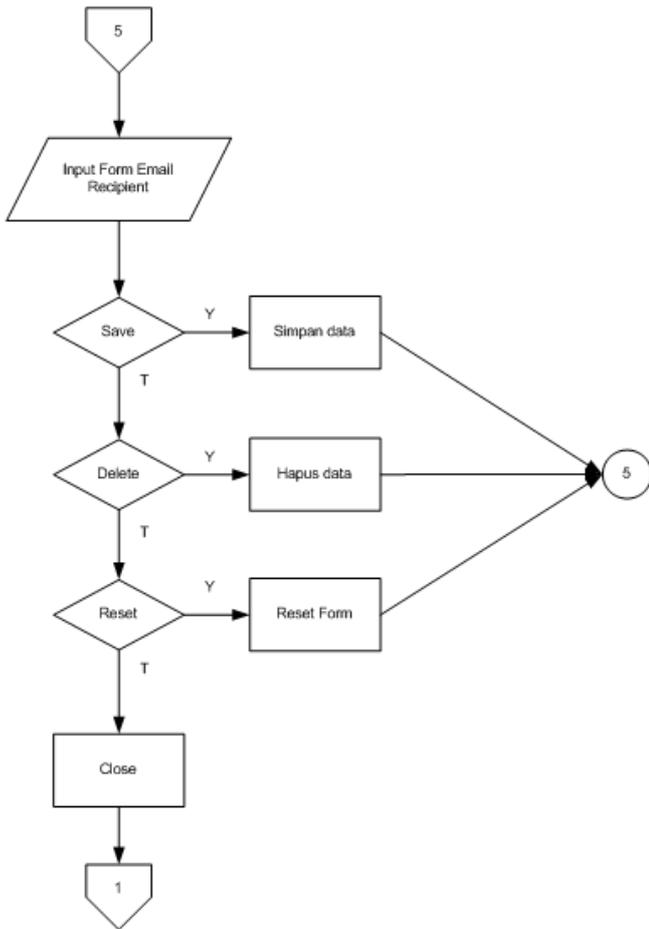
Pada tampilan submenu 'mail recipient' akan ada tiga tombol yaitu tombol 'save' untuk menyimpan alamat email, tombol 'delete' untuk menghapus alamat email yang sudah tersimpan, tombol 'reset' untuk mengosongkan semua kotak isian yang ada. Tombol 'reset' ini biasanya ditekan apabila akan menambahkan alamat email yang baru.

2. Diagram alir aplikasi pada komputer klien

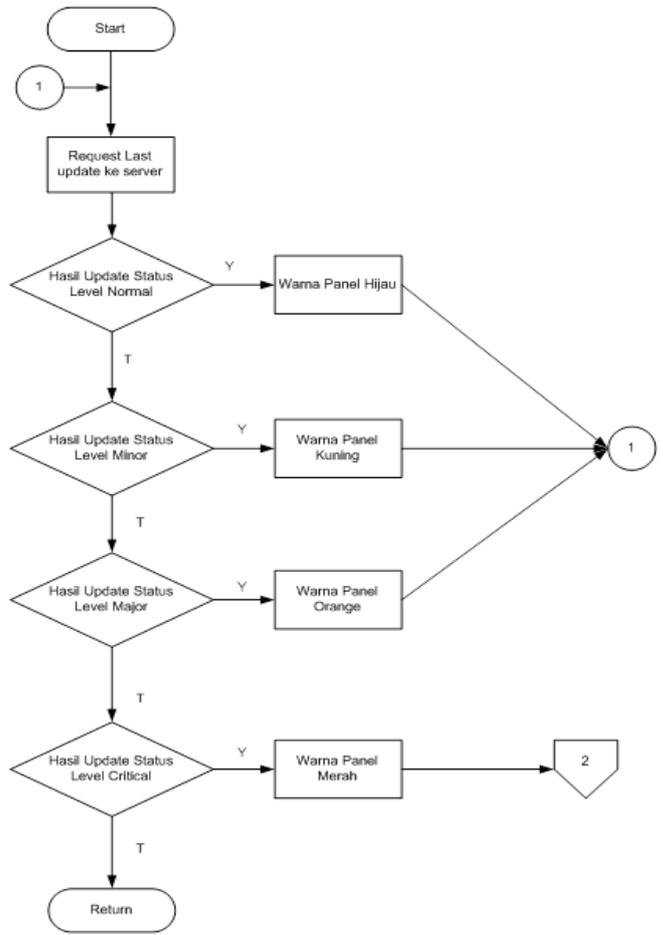
Pada komputer klien akan berjalan aplikasi untuk menampilkan status volume solar yang berupa lampu dengan warna yang berbeda-beda. Setiap warna mengindikasikan status volume solar yang berbeda pula. Lampu warna hijau untuk indikator status normal, lampu warna kuning untuk indikator status minor, lampu oranye untuk indikator status mayor dan lampu warna merah untuk indikator status kritis.

a. Diagram alir 'request data' pada komputer klien

Diagram alir ini menunjukkan urutan-urutan proses yang terjadi pada aplikasi pada komputer klien. Diagram diawali dengan permintaan status terakhir volume solar pada tangki yang tersimpan di basis data pada komputer server. Respon dari server akan mengakibatkan salah satu dari lampu-lampu indikator pada aplikasi di komputer klien menyala. Lampu yang menyala sesuai dengan status pada komputer server.



Gambar 14. Diagram alir submenu 'mail recipient'



Gambar 15. Diagram alir aplikasi pada komputer klien

3. Algoritma

Algoritma digunakan untuk memberika kemudahan dalam merancang suatu program. Algoritma disini berisi langkah-langkah dan urutan proses berjalannya suatu program. Dalam aplikasi ini terdapat beberapa algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan suatu proses.

a. Algoritma *Form* Utama

Form Utama adalah tampilan awal saat program belum terhubung dengan kabel *serial*, dimana terdapat pilihan bagi pengguna untuk memilih menu-menu yang telah disediakan ataupun keluar dari sistem program secara keseluruhan. Algoritma yang digunakan pada *form* utama adalah:

- 1) Tampilkan *form* utama.
- 2) Jika user memilih menu 'Connect', maka user akan terhubung dengan *device*.
- 3) Jika user memilih menu 'Disconnect, maka user akan koneksi ke *device* akan terputus.
- 4) Jika user memilih menu 'Report', maka tampilkan *form report*.
- 5) Jika user memilih menu 'Exit, maka user akan keluar dari sistem.
- 6) Jika user memilih menu 'Mail Recipient', maka akan tampilkan form form mail recipient

b. Algoritma menu *Connect*

Berikut ini adalah algoritma menu 'connect' yang merupakan tahapan awal dalam menghubungkan sensor dan rangkaian mikrokontroler dengan sistem pengukuran tangki solar, proses ini sangat penting karena apabila proses ini tidak berhasil maka semua proses selanjutnya tidak akan dapat dilanjutkan. Algoritma yang digunakan pada proses 'connect' adalah:

- 1) Hidupkan sensor
- 2) Hubungkan sensor dengan server menggunakan kabel USB
- 3) Pilih tombol "Connect".
- 4) Cek, koneksi sensor dengan server
- 5) Jika koneksi sensor dengan server sudah terhubung, maka mulai proses status log.
- 6) Jika sensor dan server belum terhubung, maka periksa hardware sensor
- 7) *Return*.

c. Algoritma *Status*

Proses ini menggambarkan bagaimana proses membaca data dari sensor yang sudah diterjemahkan menjadi status pada tangki solar kemudian akan disimpan ke dalam basis data dan pengiriman laporan pada status level tertentu. Algoritma yang digunakan pada proses status adalah:

- 1) Mulai proses status log

- 2) Jika posisi sensor dalam keadaan normal, maka sistem akan menyimpannya ke dalam basis data.
- 3) Jika posisi sensor berubah menjadi minor, maka sistem akan menyimpannya ke dalam basis data dan memulai proses kirim laporan via surat elektronik.
- 4) Jika posisi sensor berubah menjadi myjor, maka sistem akan menyimpannya ke dalam basis data dan memulai proses kirim laporan via surat elektronik.
- 5) Jika posisi sensor berubah menjadi kritisal, maka sistem akan menyimpannya ke dalam basis data dan memulai proses kirim laporan via surat elektronik.
- 6) *Return.*

d. Algoritma Kirim Alarm/Laporan

Proses ini menggambarkan bagaimana sistem mengirimkan alarm berbentuk laporan kondisi bahan bakar ke alamat-alamat surat elektronik yang sudah disimpan pada basis data, berdasarkan status yang didapat dari sensor. Algoritma yang digunakan pada pengiriman alarm adalah:

- 1) Mulai proses kirim alarm
- 2) Membaca status log
- 3) Jika posisi sensor berada pada status minor, major dan kritisal, maka sistem akan mengirimkan alarm ke user berdasarkan tabel *serverity* pada tabel *email*.
- 4) *Return.*

e. Algoritma Menu ‘Disconnect’

Berikut ini adalah algoritma menu ‘disconnect’, menu ini digunakan apabila user ingin mengisi tangki solar. Algoritma yang digunakan pada proses ‘disconnect’ adalah:

- 1) Pilih tombol “Disconnect”.
- 2) Cek, koneksi sensor dengan server
- 3) Jika sensor dengan server masih terhubung, maka koneksi akan diputus
- 4) Jika sensor dan server tidak terhubung, maka sensor sudah terputus
- 5) *Return.*

f. Algoritma *Form Report*

Form report adalah *form* yang menampilkan *report* yang ada di *database* berdasarkan log, berisi penjelasan tanggal, jam dan status tangki solar:

- 1) Tampilkan *form Report*.
- 2) Pilih tanggal awal dan akhir, yang di inginkan.
- 3) Pilih tombol preview untuk menampilkan data pada tabel yang ada di *form Report*.
- 4) Pilih tombol print untuk cetak report.
- 5) Pilih tombol close untuk kembali ke *form* utama.

g. Algoritma *Form Mail Recipient*

Form mail recipient adalah *form* yang berisi database dari alamat email user berdasarkan status tangki, email tersebut akan digunakan untuk megirimkan *alarm*. Algoritma yang digunakan pada *form mail recipient* adalah:

- 1) Tampilkan form mail recipient.
- 2) Pilih tombol “Save” maka data yang sudah diinput akan disimpan ke dalam basis data.
- 3) Pilih tombol “Delete” maka data yang diklik pada tabel akan terhapus
- 4) Pilih tombol “Reset” untuk mereset *form*.
- 5) Pilih tombol “Close” untuk kembali ke *form* utama.

h. Algoritma *Form Client*

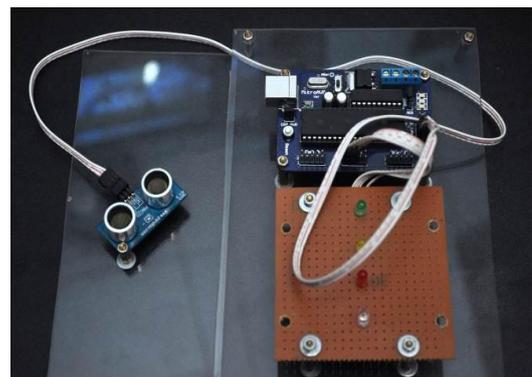
Form Client ini berisi *panel* warna yang akan menunjukkan *status* dari tangki solar, form ini terdapat bunyi *alarm* yang akan bekerja pada status *critical*. Algoritma yang digunakan pada form client adalah:

- 1) Tampilkan form client
- 2) *Request last update* ke server
- 3) Cek, hasil update dari server
- 4) Jika status menunjukkan level normal maka panel akan berwarna hijau.
- 5) Jika status menunjukkan level minor maka panel akan berwarna kuning.
- 6) Jika status menunjukkan level mayor maka panel akan berwarna oranye.
- 7) Jika *status* menunjukkan *level critical* maka *panel* akan berwarna merah, memulai proses bunyi alarm
- 8) *Return.*

IV. HASIL DAN PENGUJIAN

Setelah tahap perancangan selesai dilakukan, dilanjutkan dengna melakukan perakitan komponen-komponen elektronik sehingga menjadi satu kesatuan rangkaian yang secara garis besar terdiri dari sensor dan rangkaian mikrokontroler.

Gambar 16 memperlihatkan rangkaian mikrokontroler dan sensor yang berhasil dibuat.



Gambar 16. Rangkaian elektronika

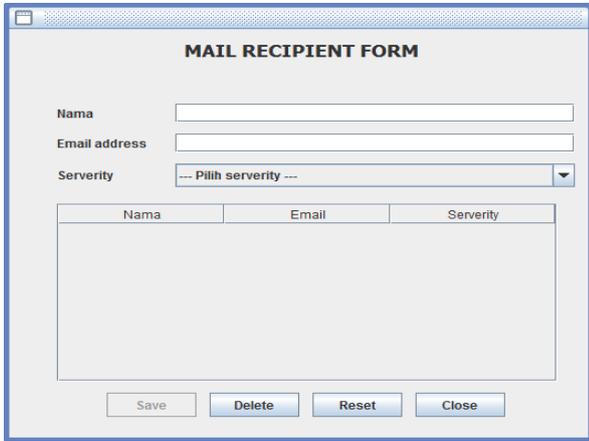
Setelah perakitan selesai, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengembangan aplikasi yang akan dijalankan di komputer server dengan bahasa pemrograman bahasa java.

Gambar-gambar berikut adalah antar muka yang berhasil dibuat.



Gambar 17. Tampilan utama

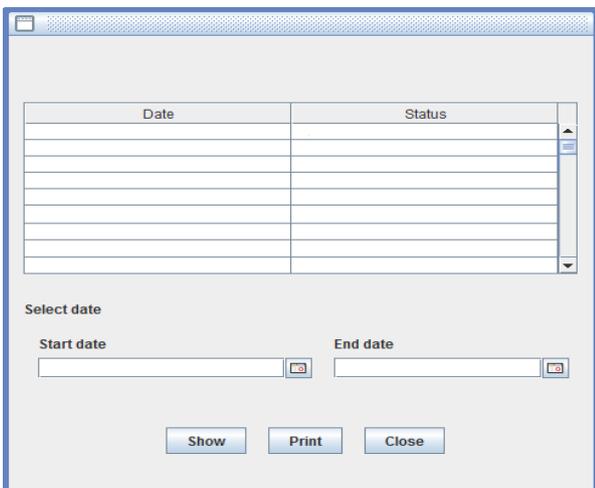
Gambar 17. akan ditampilkan pada saat aplikasi pertamakali dijalankan. Di sisi kanan atas terlihat ada dua menu yang bisa dipilih sesuai keperluan. Tampilan awal ini merupakan jendela untuk masuk ke fitur-fitur aplikasi lainnya, seperti membangun koneksi serial dengan rangkaian mikrokontroler dan juga memutuskannya, memanggil antarmuka 'mail recipient', memanggil antarmuka 'report' dan juga untuk keluar dari aplikasi.



Gambar 18. Tampilan submenu 'mail recipient'

Tampilan antarmuka submenu 'mail recipient' akan muncul apabila submenu 'mail recipient' dibawah menu 'Edit' diklik.

Tampilan submenu 'mail recipient' merupakan antarmuka untuk melakukan entri data para penerima laporan mengenai kondisi level solar pada tangki. Disini admin dapat memasukkan nama, alamat email dan pada kondisi apa orang tersebut akan dikirim laporan, apakah pada kondisi 'minor', 'major' atau 'critical'. Antarmuak ini juga dilengkapi dengan tabel yang akan berisi seluruh daftar penerima laporan. Antarmuka juga dilengkapi dengan tombol 'save' untuk melakukan penyimpanan data, tombol 'delete' untuk menghapus data. Tombol 'reset' untuk mengosongkan kotak isian dan tombol 'close' untuk menutup antarmuka 'mail recipient'.



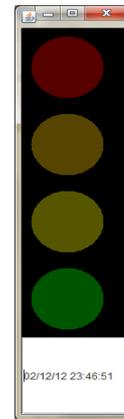
Gambar 19. Tampilan submenu 'report'

Tampilan antarmuka submenu 'report' akan muncul apabila submenu 'report' dibawah menu 'File' diklik. Tampilan berisi tabel yang akan menampilkan data hasil pemantauan keadaan solar pada tangki, kotak isian untuk mengisikan rentang waktu laporan yang akan ditampilkan dan tombol-tombol yang terdiri dari tombol 'show' yang apabila diklik maka data kondisi solar yang tersimpan di basis data akan ditampilkan pada tabel. Tombol 'show' diklik setelah sebelumnya mengisi rentang waktu pada kotak isian 'start date' dan 'end date'. Tombol 'print' digunakan untuk menampilkan layout 'print' yang akan berisi seluruh data yang ada pada tabel dan siap untuk di print. Tampilan layout 'print' diperlihatkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Tampilan layout 'print'

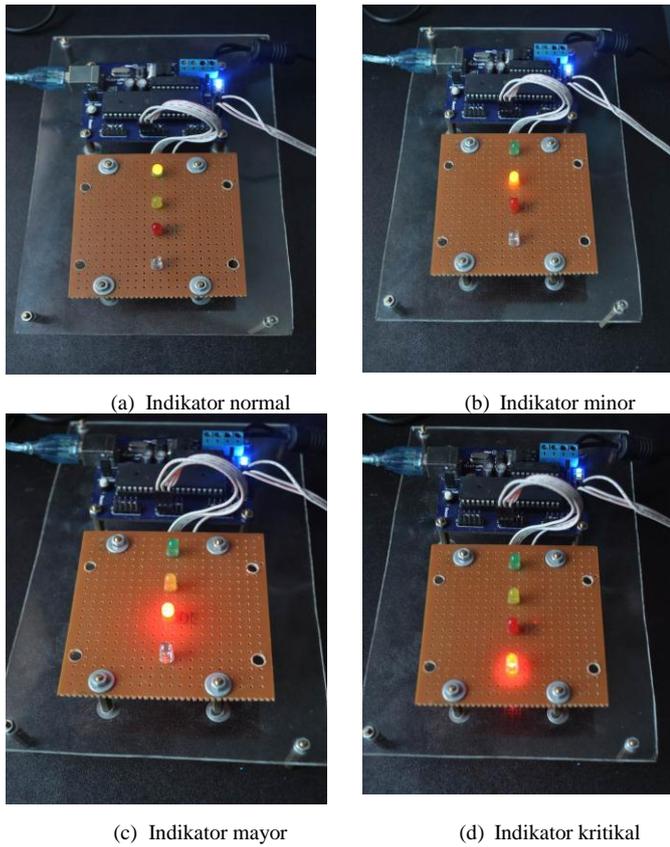
Setelah rancangan tampilan pada komputer server selesai, selanjutnya dilakukan perancangan aplikasi dan tampilan pada komputer klien. Gambar merupakan hasil rancangan yang berhasil dibuat.



Gambar 21. tampilan pada komputer klien

Setelah kedua tahapan, yaitu merakit rangkaian elektronik dan membuat aplikasi yang akan berjalan di komputer server selesai, untuk memastikan keseluruhan system dapat berjalan dengan baik sesuai dengan harapan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem. Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah :

1. Pengujian rangkaian elektronik. Pengujian dilanjutkan dengan memasang sensor pada tangki solar dan tangki dalam keadaan penuh dan secara perlahan-lahan solar dikeluarkan dari tangki untuk kemudian dilanjutkan dengan memantau nyala led pada rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai indikator volume solar.

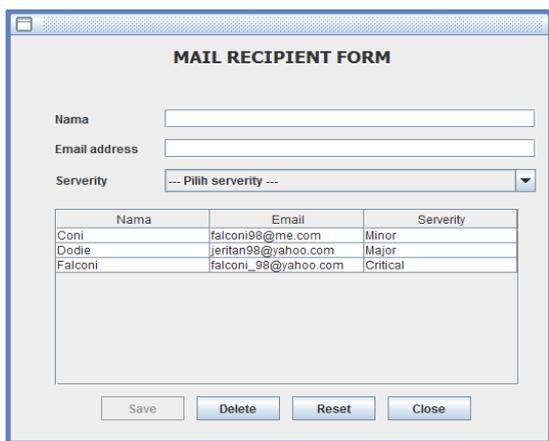


(a) Indikator normal
 (b) Indikator minor
 (c) Indikator mayor
 (d) Indikator kritikal

Gambar 22. Pengujian Rangkaian Elektronik

2. Pengujian aplikasi pada komputer server

Pengujian dilakukan dengan menjalankan aplikasi pada komputer server dilanjutkan dengan melakukan entri data pada antar muka 'mail recipient', yaitu dengan mengklik menu 'edit' dilanjutkan dengan memilih submenu 'mail recipient'. Setelah antar muka 'mail recipient' muncul, selanjutnya dilakukan entri data yang bersisi daftar penerima laporan. Hasilnya ditampilkan pada Gambar 23.



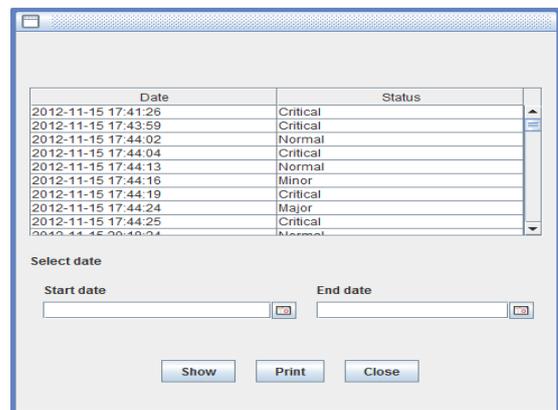
Gambar 23. Tampilan submenu 'mail recipient' saat pengujian

Dari Gambar 23 terlihat bahwa aplikasi berjalan sesuai dengan rancangan.

Pengujian dilanjutkan dengan menghubungkan rangkaian mikrokontroler dan sensor dengan komputer server. Pengujian dilakukan dengan memasang sensor pada tangki solar yang

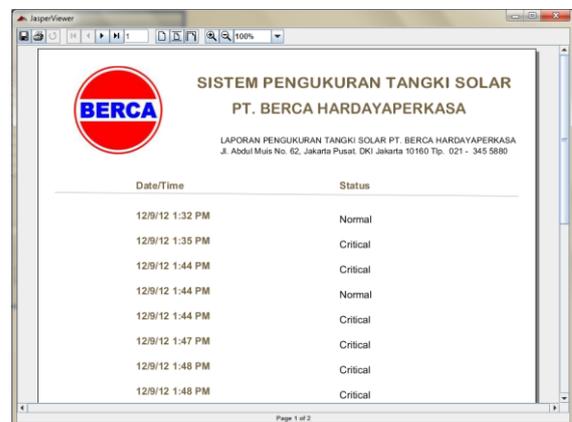
dimiliki oleh PT. Berca Hardya Perkasa. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut :

1. Rangkaian elektronik dalam kondisi mati.
2. Menempatkan sensor pada tangki.
3. Menghubungkan kabel serial antara rangkaian mikrokontroler dan komputer server.
4. Menjalankan aplikasi pada komputer server
5. Menyalakan rangkaian miktrokontroler
6. Mengklik submenu 'connect' pada apalikasi di komputer server
7. Perlahan-lahan ketinggian pada tangki dikurangi dan ditambah. Hasilnya diperlihatkan pada Gambar 24. Terlihat bahwa terjadi perubahan status sesuai dengan kondisi bahan bakar pada tangki.
8. Untuk memanggil data yang sudah tersimpan pada basis data dan menampilkannya pada table dilakukan dengan mengisi tanggal pada 'start date' dan 'end date' yang menunjukkan tanggal awal dan akhir dari data hasil pemantauan yang akan ditampilkan, kemudian mengklik tombol 'show'.



Gambar 24. pengujian aplikasi basis data

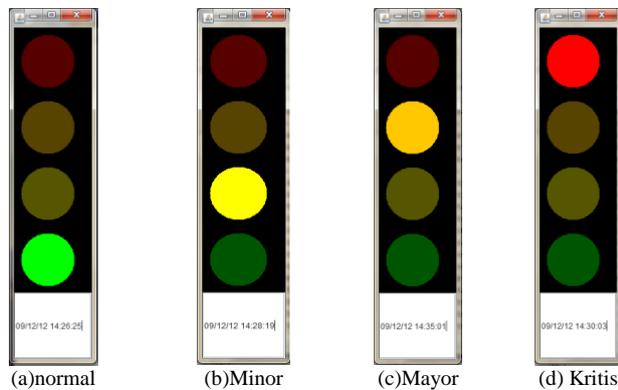
9. Untuk melakukan pencetakan hasil pemantauan, dilakukan dengan mengisi tanggal pada 'start date' dan 'end date' yang menunjukkan tanggal awal dan akhir dari data hasil pemantauan yang akan dicetak, kemudian mengklik tombol 'print'.



Gambar 25. Pengujian tombol 'print'

3. Pengujian aplikasi pada komputer klien

Pengujian dilakukan dengan menjalankan aplikasi yang sudah dibuat sebelumnya. Pengujian aplikasi pada komputer klien dilakukan pada saat rangkaian elektronik dan sensor serta aplikasi pada komputer *server* juga dijalankan. Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 26.



Gambar 26. pengujian aplikasi komputer klien

Gambar memperlihatkan hasil pengujian aplikasi pada komputer klien. Berdasarkan gambar tersebut disimpulkan bahwa aplikasi berjalan dengan baik, nyala lampu sesuai dengan kondisi solar pada tangki yang terdeteksi oleh komputer *server*.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan terhadap sistem pemantauan bahan bakar pada sistem catudaya BTS, maka diperoleh beberapa kesimpulan berikut :

1. Sensor *ultrasonic* harus diletakan pada posisi yang tepat dan presisi agar informasi yang diberikan ke *server* akurat.
2. Rangkaian elektronik dapat melakukan fungsinya dengan baik untuk melakukan pendeteksian level bahan bakar dan mengkonversinya menjadi sinyal digital.
3. Aplikasi pada komputer *server* dan klien berjalan dengan baik.
4. Aplikasi pengirim dan penerima surat elektronik yang berfungsi sebagai media komunikasi data berjalan dengan baik.
5. Aplikasi dapat dijalankan dengan mudah karena mempunyai tampilan yang *user friendly*.
6. Secara keseluruhan sistem dapat berjalan dengan baik sesuai rancangan.

B. Saran

1. Pengujian sistem yang dibuat dilakukan pada tangki bahan bakar yang ada di PT. Berca Hardaya Perkasa, belum diuji secara langsung pada tangki bahan bakar untuk catu daya BTS, sehingga untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik, perlu dilakukan uji coba secara langsung pada tangki-tangki bahan bakar BTS.

2. Konversi level bahan bakar ke dalam bentuk status dilakukan oleh mikrokontroler dan untuk merubahnya harus dilakukan dengan merubah kode program yang ditanam ke dalam mikrokontroler. Untuk menambah fleksibilitas, perlu ditambahkan fitur tersebut pada aplikasi di komputer *server* agar perubahan konversi dapat dilakukan melalui antar muka pada komputer *server*.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Muhammad Ainur Rony, S.Kom, MTI selaku pembimbing penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, F., & Khalilullah, A. (n.d.). *RANCANG BANGUN APLIKASI LAYANAN APLIKASI AGENT TELEFONI*. Retrieved December 12, 2012, from Politeknik Elektronika Negeri Surabaya: www.eepis-its.edu/uploadta/downloadmk.php?id=1284
- Bejo, A. (2008). *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Donnel, H., Sumardi, & Setiawan, I. (n.d.). *RANCANG BANGUN ROBOT PENGIKUT GARIS DAN PENDETEKSI HALANGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER AT89S51*. Retrieved February 12, 2013, from ePrints@UNY: <http://eprints.undip.ac.id/25822/1/ML2F304238.pdf>
- Hakim, Z. (2012). Mengenal istilah basis data. Retrieved January 12, 2013, from zainalhakim.web.id: <http://www.zainalhakim.web.id/posting/mengenal-istilah-basis-data.html>
- Imbar, R., & Mulyadi. (2010). Aplikasi Database Karyawan Bagian Marketing dengan Studi Kasus Pada PT.CIC Futures. *Jurnal Sistem Informasi*, Vol.5, No.1 , 61 - 75.
- Mc Comb, G. (2012). PING))) Ultrasonic Distance Sensor. Retrieved December 20, 2012, from Parallax inc: <http://learn.parallax.com/KickStart/28015>
- Rijalul Fikri, e. (2005). *Pemrograman Java*. Yogyakarta: Andi.
- Riyadi, T. (2012). Bahaya-Bahaya dalam Ber-email. Retrieved December 13, 2012, from [ilmukomputer.org: http://nyoman.staf.narotama.ac.id/files/2012/01/kesalahan_ber-email_taufan.pdf](http://nyoman.staf.narotama.ac.id/files/2012/01/kesalahan_ber-email_taufan.pdf)
- Riyanto, M. (2004). *Komunikasi Data*. Yogyakarta: Univesitas Gadjah Mada.
- SGI. (2004). SGI Origin 3900 Server User's Guide. Retrieved February 18, 2012, from SGI: http://techpubs.sgi.com/library/tpl/cgi-bin/getdoc.cgi?coll=hdwr&db=bks&fname=/SGI_EndUser/3900_UG/apa.html
- Telkom Institute of Technology. (2008). Komunikasi Serial RS232. Retrieved February 18, 2012, from Digital Library Telkom Institute of Technology: http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?view=article&catid=16%3Amikroproc%20essorkontroler&id=288%3Akomunikasi-serial-rs232&tmpl=component&print=1&page=&option=com_content&Itemid=14
- telkomspeedy. (n.d.). *Gambaran Sederhana Cara Kerja* e-mail. Retrieved December 23, 2012, from Telkomspeedy: http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/Gambaran_Sederhana_Cara_Kerja_e-mail
- Winoto, A. (2008). *Mikrokontroler AVR ATmega 8/16/32/8535 dan pemrogramannya dengan Bahasa C dan WinAVR*. Bandung: Informatika.