

BAB II

STUDY AWAL

2.1 Pengertian Umum Ketel Uap

Ketel uap adalah suatu pesawat tenaga yang mengubah air (fasa cair) menjadi uap (fasa gas) dengan cara pemanasan pada tekanan tertentu melalui proses pendidihan (boiling) dalam suatu bejana tertutup.

Karena panas yang diperlukan untuk membuat uap air ini didapat dari hasil pembakaran, maka ketel harus mempunyai dapur sebagai tempat pembakar. Dimana ketel uap terdiri dari drum yang tertutup pada ujung serta pangkalnya dalam perkembangannya dikenal dengan ketel pipa api dan ketel pipa air.

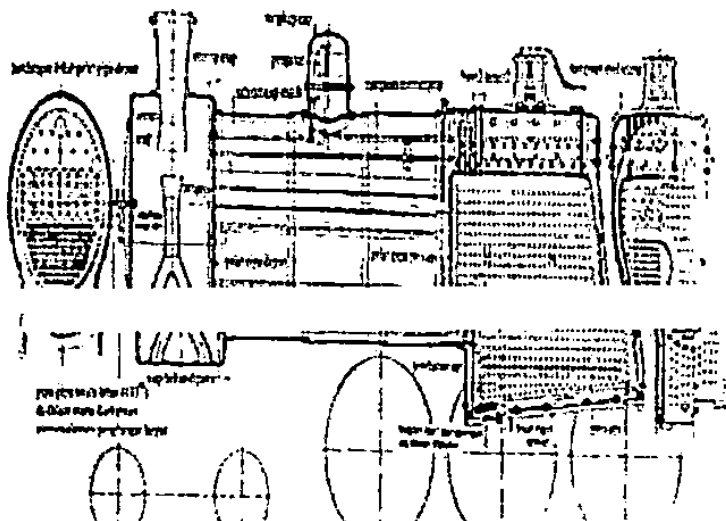
Konstruksi ketel uap berhubungan dengan sifat yang dimiliki oleh air terutama uap serta peristiwa yang terjadi pada pembentukan uap. Naiknya temperatur air terjadi karena adanya panas yang diberikan nyala api terhadap air melalui dinding ketel yang berisikan gas panas hasil pembakaran.

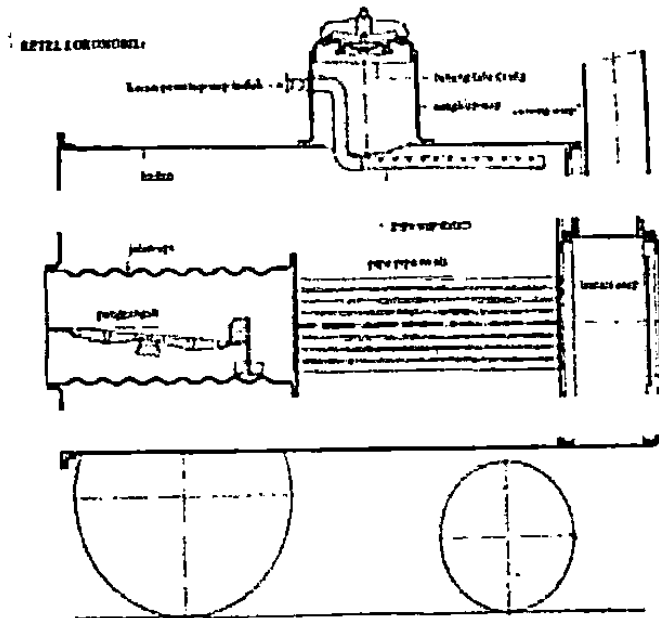
Akibat pemberian panas secara terus menerus maka akan terbentuk gelembung-gelembung uap yang bergerak keatas permukaan. Hal ini akibat perbedaan berat jenis antara uap air dan air, selanjutnya air pun turun, begitulah

2.2 klasifikasi ketel uap

Ketel uap dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas antara lain didasarkan pada :

- Berdasarkan pemakaiannya, ketel uap diklasifikasikan sebagai berikut :
 - ketel stasioner atau ketel tetap, yaitu ketel-ketel yang didudukkan diatas pondasi yang tetap, seperti boiler untuk pembangkit tenaga, industri dan lain-lain.
 - ketel yang dapat dipindah-pindah atau ketel mobil, yaitu ketel yang dipasang pada pondasi yang berpindah-pindah seperti boiler lokomotif dan loko mobil.

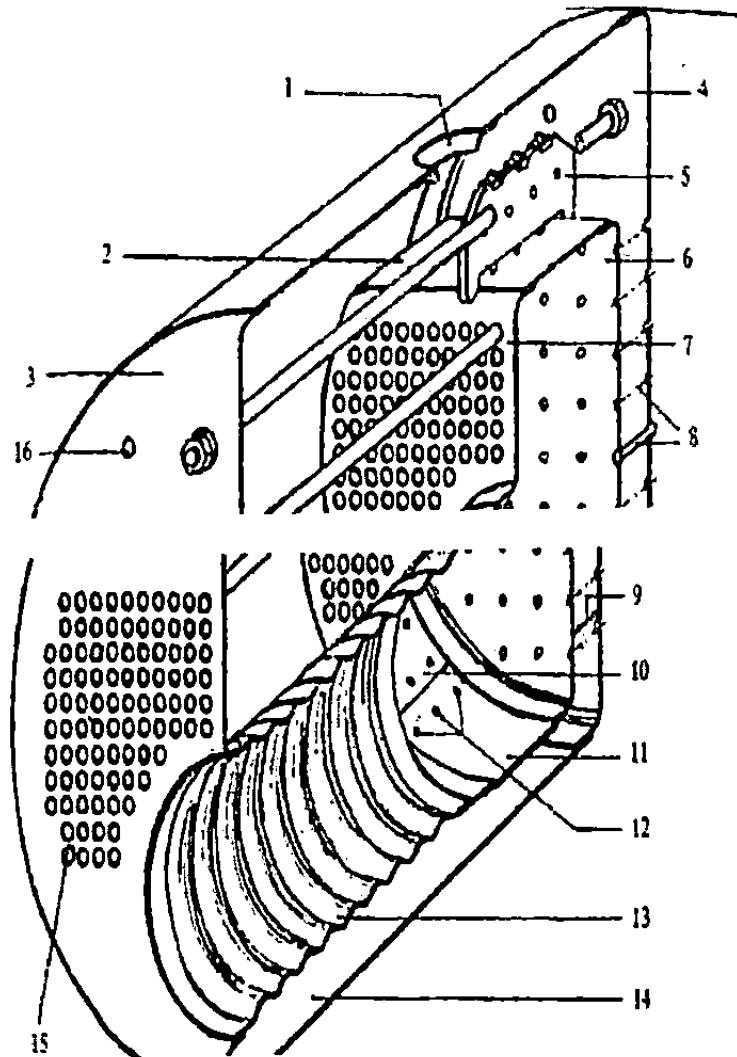




Gambar 2.1 Ketel Lokomotif dan Loko Mobil

- Berdasarkan letak dapur, ketel uap diklasifikasikan menjadi dua yaitu :
 - Ketel uap dengan pembakaran dalam, dimana ketel pipa api memakai sistem ini.
 - Ketel uap dengan pembakaran luar, dimana ketel pipa air memakai sistem ini.
- Berdasarkan sumber panasnya untuk pembuatan uap, ketel uap diklasifikasikan sebagai berikut :
 - Ketel uap dengan bahan bakar alami, contohnya : bahan bakar kayu, sekam padi, serutan kayu, dan lain-lain.
 - Ketel uap dengan bahan bakar buatan, contohnya: bahan

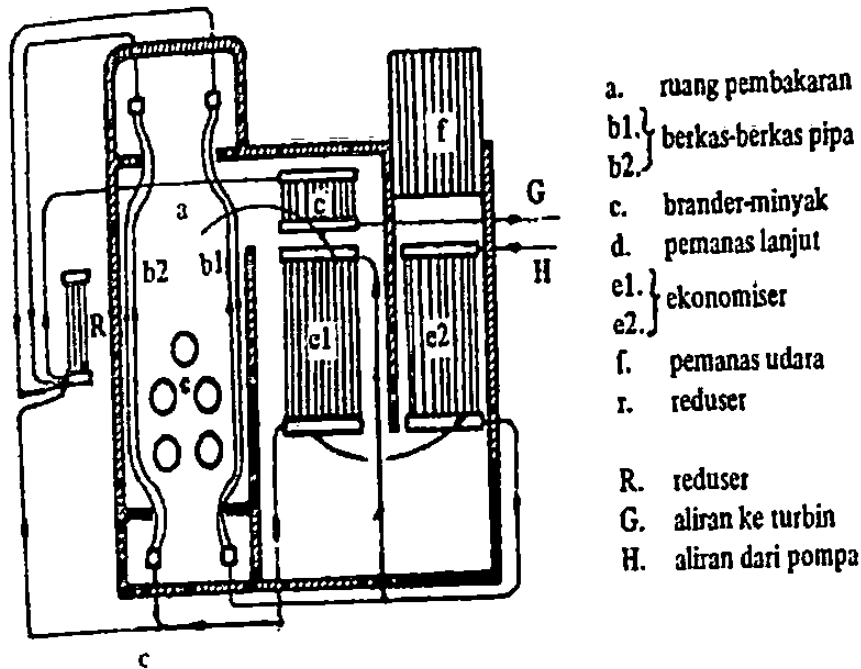
- Ketel uap dengan dapur listrik, yaitu ketel dengan menggunakan energi listrik, dimana terdapat elemen pemanas sebagai pemanas air ketel.
 - Ketel uap dengan energi panas, yaitu energi panas yang diperoleh dapat berupa energi panas matahari ataupun energi panas bumi.
- Berdasarkan konstruksinya, ketel uap diklasifikasikan sebagai berikut :
 - Ketel uap lorong api.
 - Ketel uap pipa api.
 - Ketel uap pipa air.



Gambar 2.2 Ketel scotch

- Berdasarkan sistem peredaran air ketel, ketel uap diklasifikasikan menjadi dua yaitu :
 - Ketel uap dengan peredaran alam, peredaran air dalam ketel terjadi secara alami, yaitu air yang ringan naik sedangkan air yang berat turun, sehingga terjadi konveksi secara alami. contoh: ketel Lancashire, ketel B&W.
 - Ketel uap dengan peredaran paksa, aliran paksa diperoleh

elektrik motor, contoh: La-mont Boiler, Benson boiler,
Loeffer Boiler dan Vencal Boiler.



Gambar 2.3 Ketel Benson

2.3 Prinsip dasar ketel uap

Ketel yang dibuat ini adalah merupakan salah satu jenis dari pada ketel yang ditinjau dari sumber panas untuk pembuatan uap dengan menggunakan elemen panas. fungsi dari ketel pada umumnya untuk mengubah air menjadi uap, dimana uap ini diperoleh dengan memberikan sejumlah kalor terhadap air yang diperoleh dari elemen pemanas dengan perkataan lain merupakan pesawat konversi energi yang mengkonversikan energi listrik dari elemen pemanas menjadi energi panas (uap) yang selanjutnya dapat digunakan untuk kepentingan pada proses industri (dapat digunakan sebagai pembangkit listrik melalui turbin dan dapat

Ketel bertenaga listrik pada dasarnya terdiri dari suatu bejana bertekanan dimana didalamnya terdapat rangkaian elemen-elemen pemanas yang dialiri oleh arus listrik. Ketel bertenaga listrik ini merupakan pembangkit tenaga uap yang sangat sederhana sekali, dan terbatas hanya untuk tekanan yang relatif rendah.

2.3.1 Pengertian uap air

Uap air adalah sejenis fluida yang merupakan fase gas dari air, yang mengalami pemanasan sampai temperatur didih pada tekanan tertentu. Uap air tidak berwarna, bahkan tidak apabila dalam keadaan murni kering.

Uap adalah zat kerja yang baik sebab mempunyai sifat-sifat :

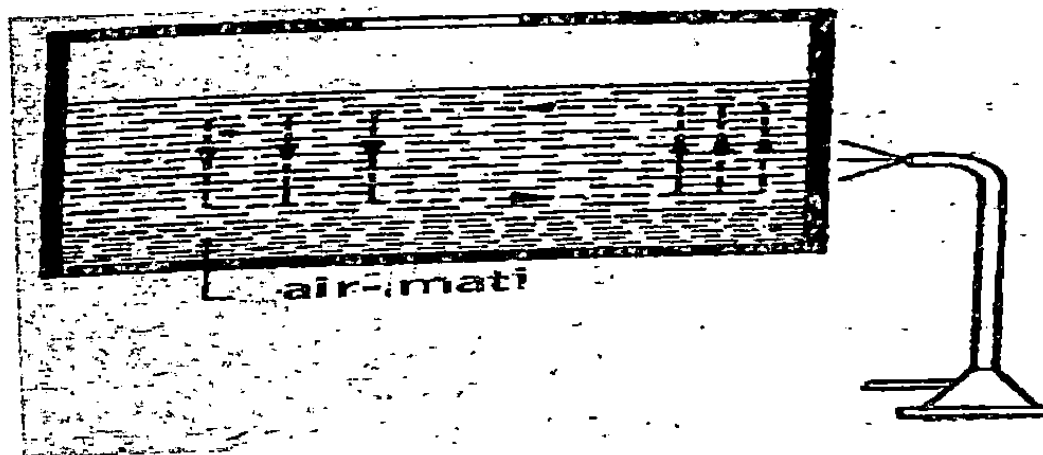
- Dapat menyimpan sejumlah besar energi.
- Dapat diproduksi dari air yang murah dan mudah diperoleh.
- Dapat digunakan untuk pemanas selain sebagai zat kerja.

Dengan demikian uap merupakan sumber energi yaitu energi kalor yang dapat digunakan dalam berbagai keperluan.

2.3.2 Pembentukan uap

Supaya konstruksi dari ketel uap dapat dipahami betul-betul, haruslah diketahui sifat-sifat dari uap dan peristiwa pembentukan pada uap, dalam bentuknya yang sederhana, dapat dimisalkan ketel uap sebagai tong logam yang sebahagian berisi dengan air. Air merupakan fluida yang sukar untuk merambat panas, sehingga dengan demikian perpindahan panas didalam air yang ada didalam ketel uap hampir berlangsung secara konveksi. Bila didalam sebuah tempat terdapat air dingin didalamnya, yang kemudian dipanasi pada bagian

menjadi berkurang, maka akan naik keatas. Pada bagian bawah akan digantikan oleh air dingin dibagian atasnya, yang berat jenisnya lebih besar dibandingkan dengan air panas tersebut. Air yang turut beredar dalam ketel uap dinamai air yang tidak bersirkulasi, jadi temperatur air ini tidak secepat air yang beredar naiknya. Ini dapat membahayakan bagi ketel karena air didalam ketel tidak akan rata panasnya. Pemuaian ketel tidak sama dan karena ini mungkin terjadi tekanan-tekanan yang besar dalam pelat-pelat ketel ataupun pada sambungan-sambungan.



Gambar 2.4 Air yang tidak bersirkulasi

Pada gambar diatas memperlihatkan bagaimana pengaruh letak pemanas pada peredaran air. Ketika seluruh temperatur air 100°C , gelembung-gelembung uap yang dibentuk dalam seluruh zat cair, sampai pada permukaan dan lepas dari zat cair. Karena tong ini terbuka, uap yang berbentuk lepas keluar melalui bahagian yang terbuka. Dikatakan sekarang air mendidih. Jadi mendidih adalah suatu peristiwa dimana pembentukan uap terjadi dimana seluruh masa zat cair.

Titik didih dari suatu zat cair tergantung kepada tekanan yang dilakukan pada permukaan zat cair. Pada tong yang terbuka, tekanan udara luar yang dilakukan pada

pada 100 °C, kalau tekanan lebih besar dari 1 atm umpamanya 5 kg / cm², air akan mendidih pada temperatur 151,1 °C. Bila tekanan rendah dari 1 atm, umpamanya 0,12575 kg / cm², air mendidih pada temperatur 50°C.

2.3.3 Jenis-jenis uap

Uap yang terbentuk ada tiga jenis yaitu :

- Uap basah
- Uap kering
- Uap adi panas

Uap basah da kering

Uap basah adalah uap yang mengandung air. Bila 1 kg uap basah terdiri dari :

- m_u kg / kg uap kering
- m_w kg /kg air, maka dinyatakan bahwa kadar uap tersebut :

$$X = \frac{m_s}{m_s + m_w}, \quad \text{untuk uap saturasi basah : } X < 1, \text{ sedangkan untuk uap saturasi}$$

kering $X = 1$, enthalpi uap saturasi :

$$h_{\text{sat}} = h_w + XL \quad \text{.....(kJ/kg)}$$

Dimana : h_{sat} = enthalpi uap saturasi (kJ/kg)

h_a = enthalpi air permulaan (kJ/kg)

L = panas laten (kJ/kg)

Untuk uap saturasi kering, maka

$$h_{\text{sat}} = h_w + L \quad \text{.....(kJ/kg)}$$

Entalpi uap adi panas

$$h_{\text{sup}} = h_{\text{sat}} + CP (t_{\text{sup}} - t_{\text{sat}}) \quad \dots\dots(KJ/kg)$$

Dimana : h_{sup} = enthalpi super heater (kJ/kg)

CP = panas jenis uap rata-rata (kJ/kg °C)

t_{sup} = temperatur uap superheater (°C)

t_{sat} = temperatur uap saturasi (°C)

Kenaikan entropi selama penguapan

Bila air menguap dengan sempurna, maka dia menyerap seluruh panas laten L pada temperatur T (K) yang konstan. Maka kenaikan entropi selama peristiwa penguapan :

$$sl = \frac{L}{T} \quad \dots\dots(kJ / kg^{\circ}C)$$

sl = entropi selama penguapan (kJ/kg°C)

bila uap basah dengan kadar X maka : $sl = \frac{XL}{T} \quad \dots\dots(kJ/kg^{\circ}C)$

jadi dengan demikian maka kenaikan entropi uap basah.

$$S_{\text{basah}} = s + \frac{XL}{T_{\text{sat}}} \quad \text{atau} \quad S_{\text{basah}} = \ln \frac{T_{\text{sat}}}{273} + \frac{XL}{T_{\text{sat}}} \quad \dots\dots(kJ / kg^{\circ}C)$$

Kenaikan entropi uap kering :

$$S_{\text{kering}} = s + \frac{L}{T_{\text{sat}}} \quad \text{atau} \quad S_{\text{kering}} = \ln \frac{T_{\text{sat}}}{273} + \frac{L}{T_{\text{sat}}} \quad \dots\dots(kJ/kg^{\circ}C)$$

2.3.4 Susunan umum dari ketel-ketel uap

ketel uap adalah pesawat untuk mengubah air yang mengisi sebahagian dari

material dari ketel. Ketel yang kuat terhadap tekanan dari dalam adalah ketel bulat cembung, karena ketel ini tidak dapat diubah oleh tekanan dari dalam. Akan tetapi konstruksinya amat sulit dikerjakan. Jadi ketel bulat cembung tidak dipakai untuk ketel-ketel uap, walaupun bagian-bagian ketel setengah bulat cembung ada juga dipakai sekali.

Dinding-dinding yang datar tidak begitu kuat menahan tekanan yang besar, karena itu jarang digunakan.

Bahan untuk ketel haruslah mempunyai kualitas yang bagus, karena bekerja dalam temperatur yang sangat tinggi, ketel ini harus dapat menahan tenaga-tenaga besar. Berhubung dengan ini dipakai orang sebagai bahan untuk ketel uap adalah baja siemens-martin yang liat, amat kuat dan mudah dikerjakan. Tiap-tiap ketel uap pada waktu membuatnya haruslah berada dibawah pengawasan pegawai-pegawai dari jawatan uap. Para pegawai akan memberikan berbagai syarat tentang bahan dan konstruksi dari ketel. Umpamanya hukum ini melarang pemakaian besi tua sebagai bahan untuk ketel uap karena bahan ini terlalu rapuh. Juga dilarang untuk pemakaian tembaga dan campuran-campuran tembaga yakni kalau tekanan uap yang sebenarnya dalam ketel sebesar 20 kg / cm^2 atau temperatur tinggi $210 \text{ }^\circ\text{C}$, maka bahan tersebut akan kehilangan kekuatannya. Disamping syarat-syarat hukum, haruslah ketel dibuat sedemikian rupa, sehingga sebanyak mungkin dari panas api dipindahkan kepada air-ketel. Jadi menghemat pemakaian bahan bakar.

Permukaan yang dipanaskan adalah jumlah luas seluruhnya bagian-bagian yang dipanaskan oleh nyala api dan gas-gas asap dan pada sisi baliknya bersinggung dengan air-ketel. Pada permukaan yang panas lebih banyak mendapat kesempatan menyerap

Kehematan dari sebuah ketel uap, berhubung dengan pemakaian bahan pembakaran, biasanya dinyatakan dengan kelipatan penguapan. Dengan kelipatan penguapan dari sebuah ketel uap dimaksud jumlah banyak kg uap dari tekanan yang dimestikan, yang dapat terbentuk dari persediaan, dengan 1 kg bahan bakar.

2.3.5 Effiensi ketel uap

Effiensi ketel adalah perbandingan antara konsumsi panas dengan suplay panas.

Dalam ketel listrik effiensi ketelnya menjadi :

$$\eta_k = \frac{m_u(h_{sat} - h_a)}{m_f \times LHV}$$

Dimana : η_k = Effiensi ketel

m_u = massa uap (kg)

m_f = massa bahan bakar (kg)

h_{sat} = enthalpi uap saturasi (kJ/kg)

h_a = enthalpi air permulaan (kJ/kg)

2.3.6 Hubungan energi dengan daya listrik

Disini terjadi perubahan energi yaitu energi listrik menjadi energi kalor, maka besarnya energi listrik dapat dicari dengan rumus :

$$W = Vit \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : W = Energi listrik (J)

V = Beda potensial (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

t = Waktu (Sekon)

$$P = VI \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : $P =$ Daya listrik (Watt)

Dari persamaan, maka hubungan energi dengan daya listrik adalah :

$$W = P \times t \quad \dots\dots\dots(\text{Joule} = \text{Watt} \times \text{Sekon})$$

$$P = \frac{W}{t} \quad \dots\dots\dots(\text{J/S})$$

2.4 Kincir Uap

Bagian-bagian kincir uap yaitu:

1. Sudu (blade)

Sudu berfungsi menangkap uap dan mengubah energi kinetik menjadi energi gerak

2. Poros

Berfungsi untuk mentransmisikan daya yang dihasilkan sudu (blade) ke generator

3. Generator

Generator yaitu suatu alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik

4. Menara/ tiang

Gaya-gaya yang bekerja pada sudu

pemilihan penggunaan sudu pada suatu kincir harus memperhatikan bentuk sudu, dan sudut datangnya uap karena besarnya tenaga atau daya yang dihasilkan kincir sangat tergantung pada interaksi antara sudu, poros dan uap.

Rangkaian listrik

Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup. Rangkaian listrik dapat dikelompokkan kedalam elemen atau komponen pasif atau aktif. Elemen aktif adalah elemen yang menghasilkan energi dalam hal ini adalah sumber tegangan dan sumber arus.

Arus listrik

Arus merupakan perubahan kecepatan muatan terhadap muatan terhadap waktu atau muatan yang mengalir dalam satuan waktu dengan simbol i (dari kata perancis : *intensite*), dengan kata lain arus adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul arus tetapi ketika muatan tersebut diam maka arus pun akan hilang.

Tegangan

Tegangan atau seringkali orang menyebut dengan beda potensial didalam bahasa inggris voltage adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu coulomb), pada elemen atau komponen dari satu terminal/kutub akan mempunyai beda potensial jika kita

2.6.3 Daya listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas (pada pemanas listrik), cahaya (pada bola lampu), energi kinetik (motor listrik). Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpanan energi seperti baterai.

2.7 Generator

Generator merupakan sumber utama energi listrik yang dipakai sekarang ini dan merupakan converter terbesar di dunia. Pada prinsipnya tegangan yang dihasilkan generator bersifat bolak-balik, sedangkan generator yang menghasilkan tegangan searah karena telah mengalami proses penyearahan. Generator atau pembangkit yang sederhana dapat ditemukan pada sepeda, biasanya dinamo digunakan untuk menyalakan lampu. Caranya ialah bagian atas dinamo (bagian yang dapat berputar) dihubungkan ke roda sepeda. Pada proses itulah terjadi perubahan energi gerak menjadi energi listrik. Generator (dinamo) merupakan alat yang prinsip kerjanya berdasarkan induksi elektromagnetik. Alat ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday. Berkebalikan dengan motor listrik, generator adalah mesin yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Energi kinetik pada generator dapat juga diperoleh dari angin atau air terjun. Berdasarkan arus yang dihasilkan,

generator dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu generator AC dan

generator DC menghasilkan arus bolak-balik maupun searah dapat digunakan untuk penerangan dan alat-alat pemanas.

2.8 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi atau meraba sesuatu yang berbentuk stimulus (mekanis, magnetis, panas, sinar, atau kimiawi) dan mengubah stimulus tersebut menjadi tegangan dan arus listrik.

- Sensor tekanan

Tekanan didefinisikan sebagai gaya persatuan luas (F/A). Tekanan yang diukur dengan menggunakan ruang hampa sebagai referensi, yang biasa disebut dengan tekanan absolut. Semua tekanan diukur dalam dua sisi yaitu satu sisi untuk pengukuran dan satu sisi yang lain untuk referensi.

Tekanan dibawah kolom fluida tergantung pada ketinggian kolom dan kerapatan fluida yaitu :

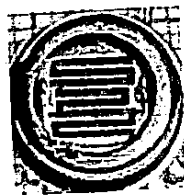
$$p = f g h$$

Dengan :

g = konstanta untuk mengubah massa atau berat, $980,665 \text{ cm/dtk}^2$

h = tinggi kolom

- Sensor LDR



Gambar 2.5 sensor cahaya LDR

Resistor peka cahaya (Light Dependent Resistor/LDR) memanfaatkan bahan semikonduktor yang karakteristik listriknya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang diterima. Bahan yang digunakan adalah Kadmium Sulfida (CdS) dan Kadmium Selenida (CdSe). Bahan-bahan ini paling sensitif terhadap cahaya dalam spektrum tampak, dengan puncaknya sekitar $0,6 \mu\text{m}$ untuk CdS dan $0,75 \mu\text{m}$ untuk CdSe. Sebuah LDR CdS yang tipikal memiliki resistansi sekitar $1 \text{ M}\Omega$ dalam kondisi gelap gulita dan kurang dari $1 \text{ K}\Omega$ ketika ditempatkan dibawah sumber cahaya terang (Mike Tooley, 2003).

LDR adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju Recovery dan Respon Spektral.

Sensor ini berfungsi sebagai pembaca jarak atau muka air pada ketel ketika saat proses pemanasan terjadi pengurangan air. Cara kerja sensor ini adalah dengan mendekatkan atau menempelkan LDR dengan lampu pada pipa transparan lalu memyalakan lampu tersebut kemudian LDR akan mulai membaca pengurangan air yang terjadi didalam ketel.

- Sensor optocoupler

Sensor adalah alat untuk mendeteksi atau meraba sesuatu yang berbentuk stimulus (mekanis, magnetis, panas, sinar, atau kimiawi) dan mengubah stimulus tersebut menjadi tegangan dan

Dalam instrument ini sensor yang digunakan adalah sensor Optocoupler. Sensor Optocoupler adalah saklar fotoelektrik yang terdiri dari sebuah LED yang memancarkan cahaya infrared dan sebuah fototransistor.

Optocoupler terdiri dari 2 bagian, yaitu *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima). *Transmitter* merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian input atau rangkaian kontrol. Pada bagian ini terdapat sebuah LED infra merah (IR LED) yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal kepada *receiver*. Sedangkan *receiver* merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian output atau rangkaian beban, dan berisi komponen penerima cahaya yang dipancarkan oleh *transmitter*. Komponen penerima cahaya ini dapat berupa fotodiode ataupun fototransistor.

Sensor optocoupler biasa digunakan untuk mengisolasi common rangkaian input dengan common rangkaian output. Sehingga *supply* tegangan untuk masing-masing rangkaian tidak saling terbebani dan juga untuk mencegah kerusakan pada rangkaian kontrol (rangkaian input). Selain itu juga bisa digunakan sebagai pendeteksi adanya penghalang antara *transmitter* dan *receiver* dengan memberi ruang uji dibagian tengah antara led dengan fototransistor

Gambar 2.6 Rangkaian Optocoupler



Gambar 2.7 Sensor Optocoupler

Sensor Optocoupler bekerja mendeteksi putaran yang terkena induksi magnetik, Keluaran dari sensor ini adalah logika *low*(0) atau logika *high*(1) yang kemudian digunakan untuk interapt ke mikrokontroler.

Untuk mencari nilai R digunakan rumus :

$$R = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{aman} - I_{led}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai arus I_c , lakukan pengukuran terlebih dahulu terhadap tahanan pada led atau R (led). Selanjutnya I_c dapat dicari dengan rumus seperti di bawah ini:

$$I_c = \frac{V(led)}{R(led)} \dots\dots\dots(2.5)$$

sedangkan untuk $I_{B(sat)} = \frac{I_c}{h_{fe}}$, Arus basis I_B pada transistor Q1 adalah :

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R} \dots\dots\dots(2.6)$$

2.8.1 Microkontroller

Mikrokontroler adalah suatu *device* semi konduktor yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan. Piranti ini merupakan hasil perkembangan dari teknologi IC yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin kompleks sehingga menuntut spesifikasi yang berbeda pada setiap kasusnya. Penggunaan piranti yang dapat diprogram memiliki banyak keuntungan, terutama dalam hal penekanan biaya, penghematan ruang dan fleksibilitas yang tinggi. Melalui manipulasi pada *software, programmable device* dapat meminimumkan penggunaan piranti fisik dan mengoptimalkan unjuk kerja sistem.

Pada mikrokontroler ini, sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprosesor dapat bekerja, yakni memiliki mikroprosesor (CPU), ROM, RAM, I/O, dan *clock* seperti layaknya sebuah PC. Tetapi karena fisiknya yang hanya sebuah *chip* maka tentu saja kemampuan dan spesifikasinya lebih rendah dibandingkan PC. Disamping adanya keterbatasan tadi, mikrokontroler memiliki kelebihan yaitu kemasannya yang kecil dan kompak menjadikan mikrokontroler sangat praktis dan fleksibel untuk digunakan dalam berbagai aplikasi yang relatif tidak terlalu rumit atau tidak membutuhkan sistem komputasi yang tinggi.

Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler ATmega8535 yang menyediakan port untuk komunikasi serial. Dengan port ini, membuat mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan mudah dengan perangkat atau modul eksternal lainnya. Penguasaan pemrograman komunikasi serial

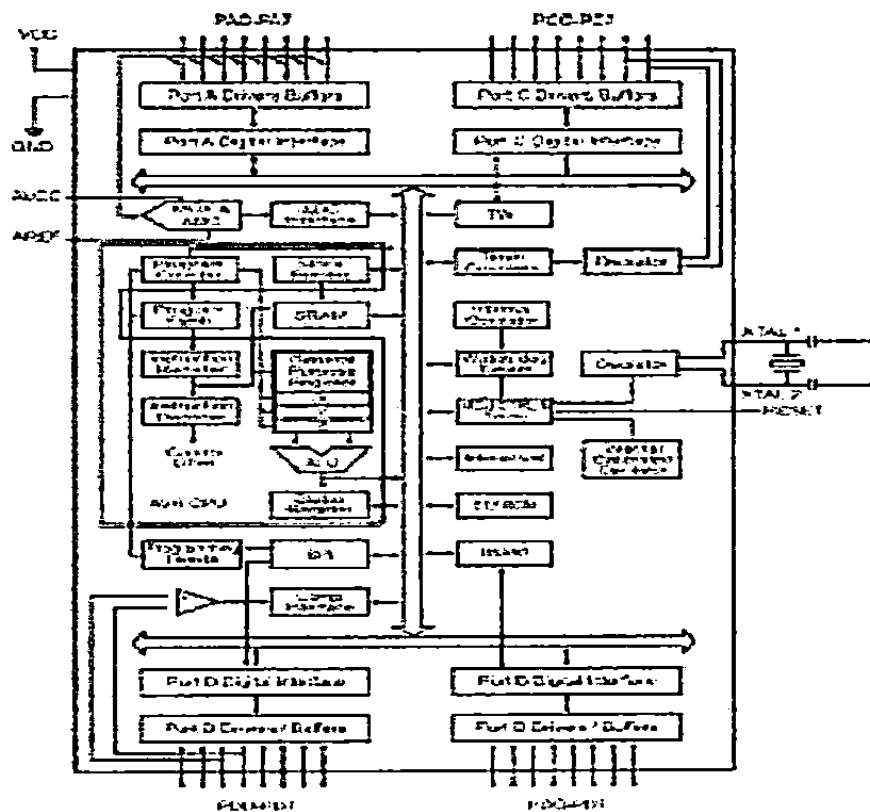
mutlak disamping komunikasi *Two wire interface* (TWI), karena banyak aplikasi mikrokontroler yang terhubung ke PC melalui port serial.

Mikrokontroler ATmega8535 adalah termasuk keluarga mikrokontroler AVR. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi clock. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 clock. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan CISC adalah *Complex Instruction Set Computing*.

a. Arsitektur ATmega8535

- 1) Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D
- 2) ADC 10 bit sebanyak 8 Channel
- 3) Tiga buah timer / counter
- 4) 32 register
- 5) *Watchdog Timer* dengan oscilator internal
- 6) SRAM sebanyak 512 byte
- 7) Memori Flash sebesar 8 kb
- 8) Sumber Interrupt internal dan eksternal
- 9) Port SPI (*Serial Peripheral Interface*)
- 10) EEPROM on board sebanyak 512 byte
- 11) Komparator analog

12) Port USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*)



Gambar 2.8 Blok Diagram ATmega8535

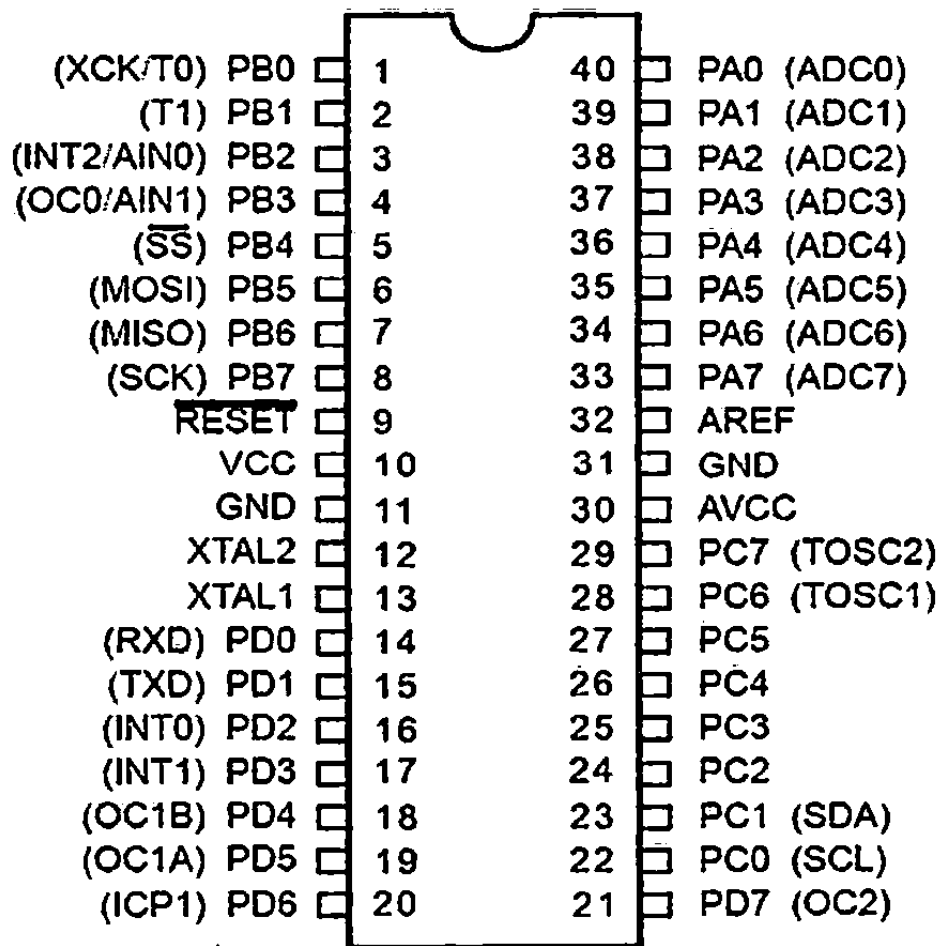
Fitur ATmega8535

- 1) Sistem processor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- 2) Ukuran memory *flash* 8KB, *SRAM* sebesar 512 byte, *EEPROM* sebesar 512 byte.
- 3) *ADC* internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 channel

- 4) Port komunikasi serial USART dengan kecepatan maksimal 2.5 Mbps
- 5) Mode Sleep untuk penghematan penggunaan daya listrik

b. Konfigurasi Pin ATmega8535

- 1) VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya
- 2) GND merupakan Pin *Ground*
- 3) Port A (PA0...PA7) merupakan pin I/O dan pin masukan ADC
- 4) Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu Timer/Counter, komparator Analog dan SPI
- 5) Port C (PC0...PC7) merupakan port I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan Timer Oscillator
- 6) Port D (PD0...PD1) merupakan port I/O dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog dan interrupt eksternal serta komunikasi serial
- 7) RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
- 8) XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
- 9) AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC
- 10) AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC



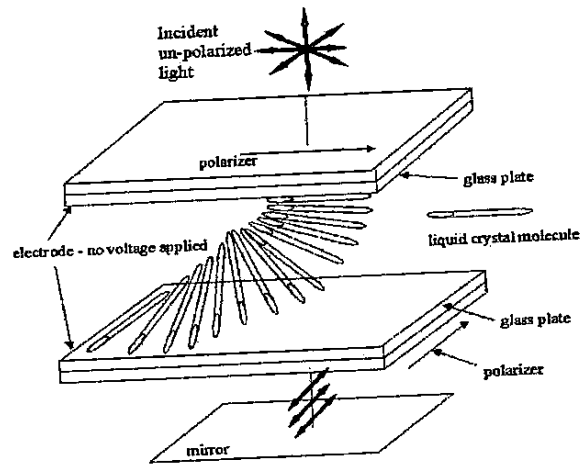
Gambar 2.8 Keterangan pin ATmega8535

2.9 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah instrument untuk menampilkan hasil dari suatu sistem. Fungsi LCD sebagai media penampil dan interface dengan pengguna. LCD sebenarnya hampir sama dengan 7segment tetapi LCD memiliki kelebihan diantaranya lebih informatif dan konsumsi arusnya relatif kecil, ada kelemahannya yaitu dari sisi harga relatif lebih mahal dari pada 7seg. Tetapi itu semua tergantung kebutuhan pada aplikasi, apakah lebih tepat

mikrokontroler ini adalah LCD 16x2 karakter dengan berbagai macam warna *backlight*.

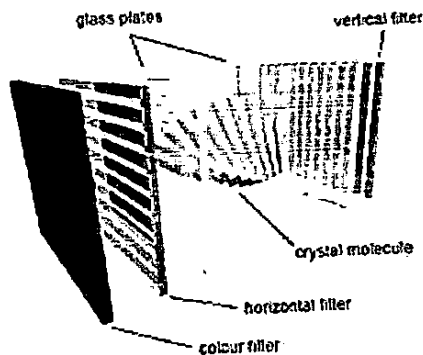
LCD dibuat dari Kristal cair untuk merespon medan magnet. Kristal tersebut terdiri atas molekul seperti batang yang apabila terkena medan listrik akan menyusun diri agar melewatkan atau menahan cahaya yang mengenainya. Oleh karena itu diperlukan cahaya lain agar tampilan LCD dapat terlihat.



Gambar 2.10 Molekul Batang Dalam LCD

Komponen dasar penyusun LCD adalah berbagai macam lapisan

“Glass” seperti gambar berikut :



Gambar 2.11 Penyusun LCD

Lapisan film yang berisi Kristal cair yang diletakan diantara dua lempengan kaca yang telah diwarnai elektroda logam transparan. Saat tegangan dicantumkan pada elektroda, molekul-molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenai akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan tersebut akan dihasilkan sebuah bentuk sesuai dengan bagian yang diaktifkan.

Berbagai macam tipe LCD sudah dikembangkan teknologinya antara lain LCD biasa, Passif Matrik LCD (PMLCD), Thin Film Transistor Aktif Matrik LCD (TFT-AMLCD). Kemampuannya juga sudah dikembangkan dari yang monokrom sampai yang mampu menampilkan ribuan warna.

2.10 Catu Daya

Rangkaian catu daya merupakan bagian yang sangat penting pada rangkaian karena tanpa catu daya alat ini tidak dapat bekerja, catu daya digunakan sebagai penyedia sumber tegangan untuk keseluruhan system. Dalam penelitian ini catu daya diperoleh dari sumber Jala-jala PLN.

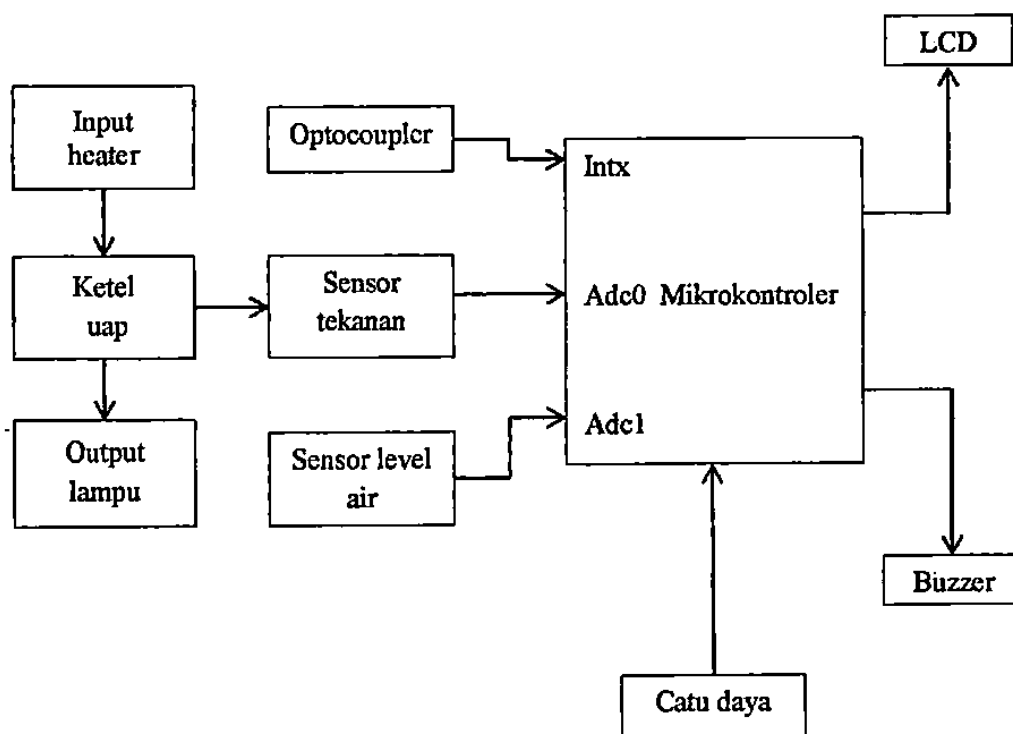
Untuk merancang catu daya yang bersumber dari jala-jala PLN dibutuhkan dua buah blok rangkaian yaitu blok penyearah dan blok regulator. Rangkaian penyearah berfungsi untuk mengubah tegangan bolak-balik menjadi searah, sedangkan rangkaian regulator berfungsi untuk mempertahankan suatu level tegangan yang konstan yang sangat diperlukan dalam rangkaian system yang dibuat

2.11 Spesifikasi Garis Besar dari Produk yang Direncanakan

Pembuatan ketel uap mini ini memiliki spesifikasi secara garis besar adalah sebagai berikut:

Perangkat keras pada instrument ini meliputi rangkaian beberapa sensor berupa LDR, MPX5700, dan optocoupler yang dipasang pada ketel uap mini, buzzer. Kemudian microcontroller berfungsi sebagai pengolah input dari sensor-sensor tadi yang nantinya akan ditampilkan melalui perangkat LCD.

Hubungan antar komponen dan sistem digambarkan dalam sebuah blok diagram berikut :



Gambar 2.13 Blok Diagram Sistem Ketel Uap Listrik Mini