

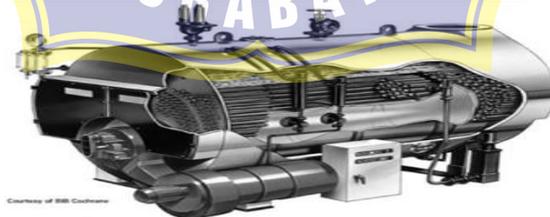
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Motor Bakar

Motor bakar adalah suatu perangkat/mesin yang mengubah energi termal/panas menjadi energi mekanik. Energi ini dapat diperoleh dari proses pembakaran yang terbagi menjadi 2 (dua) golongan, yaitu:

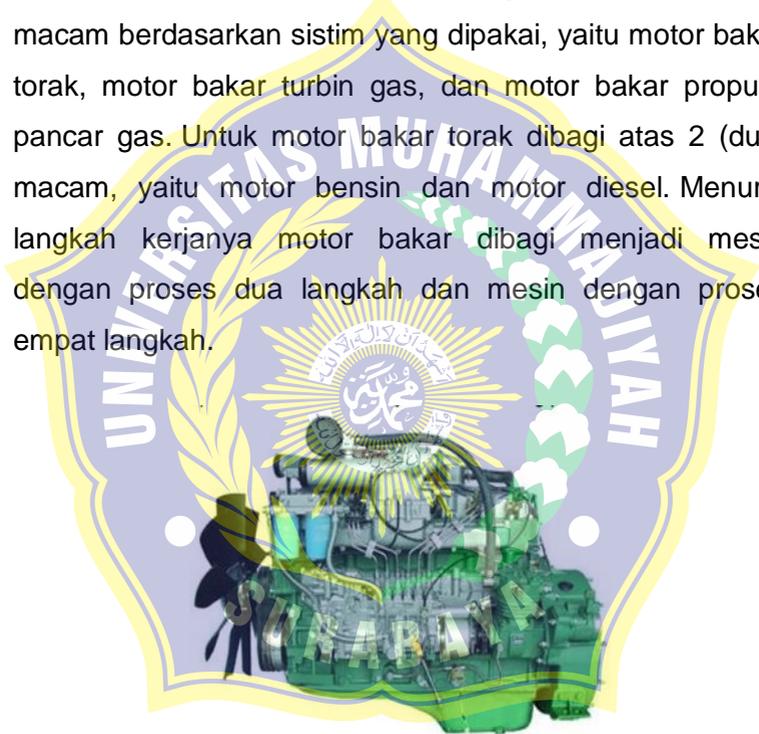
Motor bakar pembakaran luar yaitu suatu mesin yang mempunyai sistem pembakaran yang terjadi diluar dari mesin itu sendiri. Misalnya mesin uap dimana energi thermal dari hasil pembakaran dipindahkan kedalam fluida kerja mesin. Pembakaran air pada ketel uap menghasilkan uap kemudian uap tersebut baru dimasukkan kedalam sistem kerja mesin untuk mendapatkan tenaga mekanik.



Gambar 2.1 motor pembakaran luar

(Sunnyoto,2009)

Pada umumnya motor pembakaran dalam dikenal dengan motor bakar. Proses pembakaran bahan bakar terjadi didalam mesin itu sendiri sehingga gas hasil pembakaran berfungsi sekaligus sebagai fluida kerja mesin. Motor bakar itu sendiri dibagi menjadi beberapa macam berdasarkan sistim yang dipakai, yaitu motor bakar torak, motor bakar turbin gas, dan motor bakar propulsi pancar gas. Untuk motor bakar torak dibagi atas 2 (dua) macam, yaitu motor bensin dan motor diesel. Menurut langkah kerjanya motor bakar dibagi menjadi mesin dengan proses dua langkah dan mesin dengan proses empat langkah.



Gambar 2.2 motor pembakaran dalam

(Sunnyoto,2009)

Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam. Adapun pengklasifikaan motor bakar adalah sebagai berikut:

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran dalam yaitu:

- a. Pemakaian bahan bakar irit
- b. Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil
- c. Kontruksi lebih sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap, kondesor, dan sebagainya.

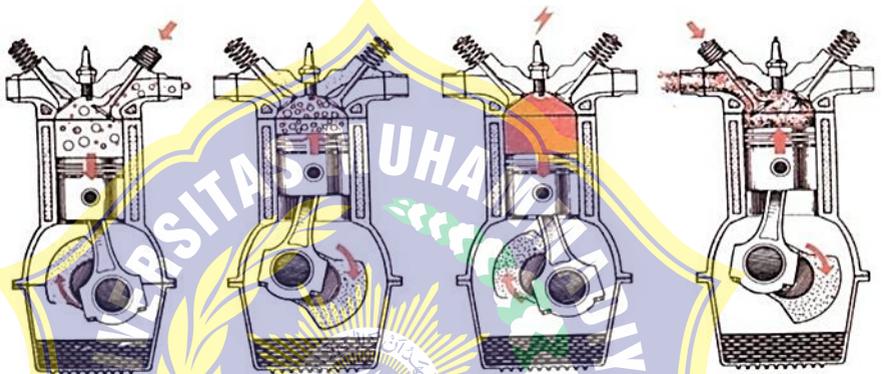
Pada umumnya mesin pembakaran dalam dikenal dengan nama motor bakar.

Mesin pembakaran luar atau sering disebut sebagai *Eksternal Combustion Engine* (ECE) yaitu dimana proses pembakarannya terjadi di luar mesin, energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin. Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran luar yaitu:

- a. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
- b. Dapat memakai bahan bakar bermutu rendah.

- c. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
- d. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.

Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak



Langkah isap langkah kompresi langkah usaha langkah buang

Gambar 2.1 ilustrasi prinsip kerja motor bensin 4 tak

(Jurnal samsiana 2014)

Pada motor bensin 4 tak, Setiap 2 kali putaran poros engkol atau 4 kali gerakan piston menghasilkan 1 kali usaha. Berikut merupakan langkah kerja motor bensin 4 tak.

- **Langkah Hisap**

Piston bergerak dari TMA ke TMB. Saat piston bergerak turun, katup masuk dalam keadaan terbuka,

sehingga campuran bahan bakar dan udara terisap masuk ke dalam silinder. Ketika piston mencapai TMB, katup masuk dalam keadaan tertutup. Dapat dikatakan bahwa langkah kompresi telah selesai.

- **Langkah Kompresi**

Pada langkah kompresi II, kedua katup (katup masuk dan katup buang) dalam keadaan tertutup. Piston bergerak naik dari TMB menuju TMA mendorong campuran bahan bakar dan udara dalam silinder, sehingga menyebabkan tekanan udara dalam silinder meningkat. Sebelum piston mencapai TMA campuran bahan bakar dan udara yang bertekanan tinggi dibakar oleh percikan api busi

- **Langkah Usaha**

Pada langkah isap, percikan api busi yang bereaksi dengan campuran bahan bakar dan udara bertekanan tinggi akan menimbulkan letusan. Letusan ini akan menghasilkan tenaga yang mendorong piston bergerak turun menuju TMB. Tenaga yang dihasilkan oleh langkah kerja di teruskan poros engkol untuk menggerakkan gigi transmisi yang menggerakkan gir depan

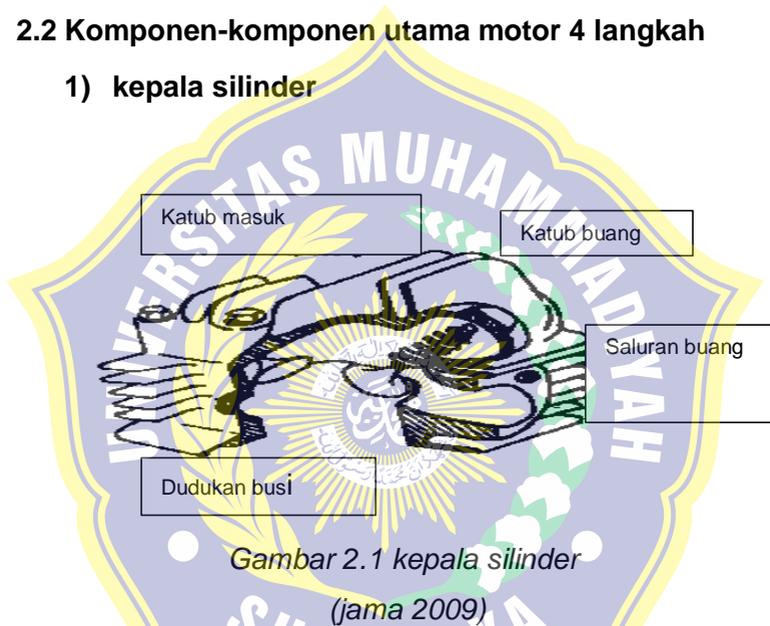
- **Langkah Buang**

Pada langkah buang, piston bergerak naik dari TMB menuju TMA. Katup masuk dalam keadaan tertutup dan

katup buang dalam keadaan terbuka. Gas sisa hasil pembakaran terdorong keluar menuju saluran pembuangan. Dengan terbuangnya gas sisa pembakaran, berarti kerja keempat langkah mesin untuk satu kali proses kerja (siklus) telah selesai.

2.2 Komponen-komponen utama motor 4 langkah

1) kepala silinder



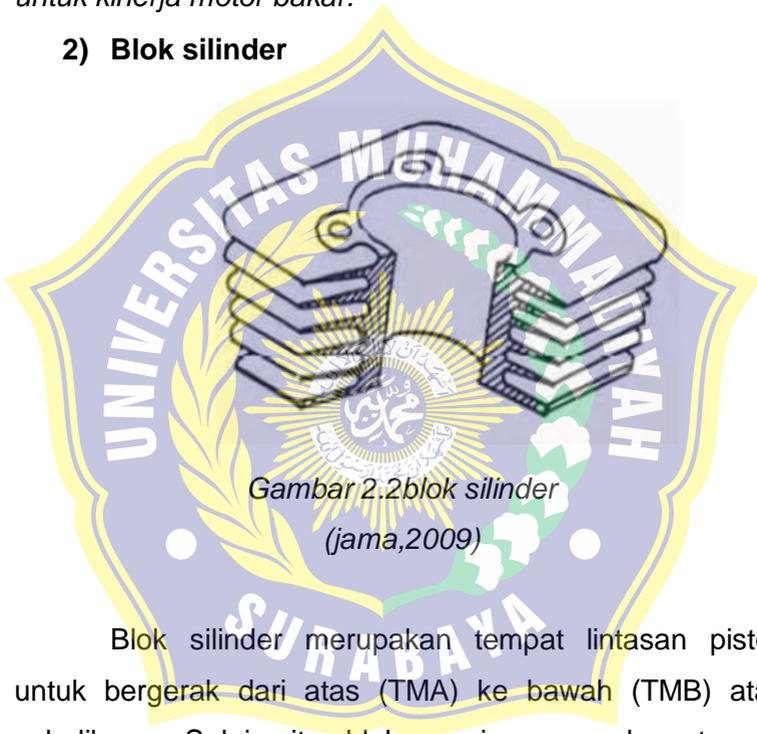
Gambar 2.1 kepala silinder

(jama 2009)

Kepala silinder merupakan bagian paling atas dari motor bakar, posisinya bertumpu pada blok silinder untuk menutup lubang silinder. Kepala silinder biasanya terbuat dari bahan alumunium campuran yang tahan terhadap karat, suhu tinggi dan juga ringan. Pada kepala silinder ini, konstruksi permukaan bagian luar di buat bersirip, sirip ini

berfungsi untuk membantu pelepasan panas pada mesin yang menggunakan pendingin berupa udara. Kepala silinder ini juga berfungsi sebagai tempat kedudukan komponen lain seperti busi, katup buang dan katup masuk serta komponen lainnya yang berfungsi sebagai pendukung untuk kinerja motor bakar.

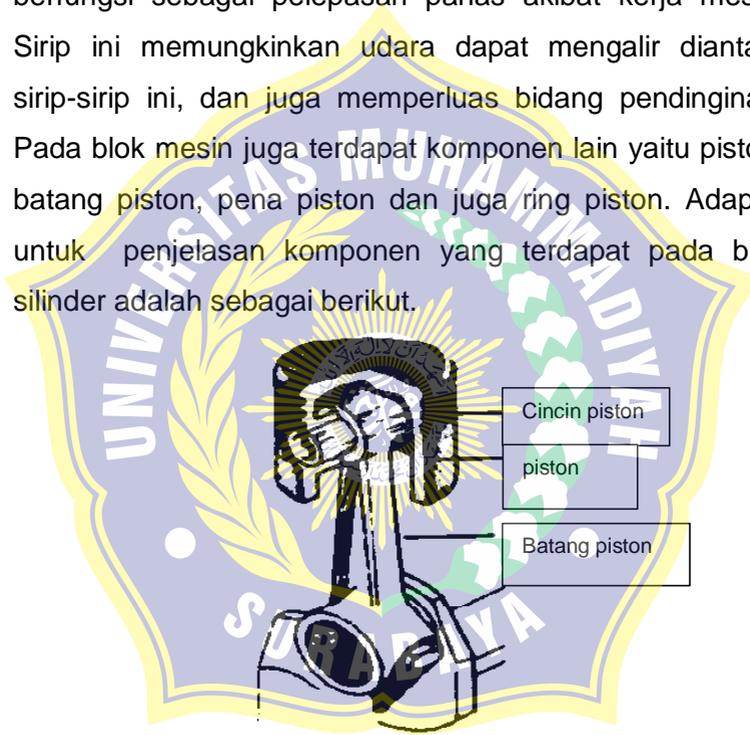
2) Blok silinder



*Gambar 2.2 blok silinder
(jama,2009)*

Blok silinder merupakan tempat lintasan piston untuk bergerak dari atas (TMA) ke bawah (TMB) atau sebaliknya. Selain itu blok mesin merupakan tempat terjadinya proses pembakaran bahan bakar dan udara untuk menghasilkan tekanan yang akan menggerakkan piston. Blok mesin biasanya menjadi indikator besarnya daya yang bisa dihasilkan motor bakar yang dinyatakan dengan

besarnya volume silinder. Material dari blok mesin harus tahan terhadap panas, dapat menghantarkan panas dengan baik dan juga tahan terhadap gesekan. Untuk konstruksi pada permukaan luar blok silinder berbentuk sirip. Sama pada permukaan kepala silinder, sirip ini berfungsi sebagai pelepasan panas akibat kerja mesin. Sirip ini memungkinkan udara dapat mengalir diantara sirip-sirip ini, dan juga memperluas bidang pendinginan. Pada blok mesin juga terdapat komponen lain yaitu piston, batang piston, pena piston dan juga ring piston. Adapun untuk penjelasan komponen yang terdapat pada blok silinder adalah sebagai berikut.



*Gambar 2.3 komponen piston
(Jama,2009)*

a) Piston

Piston memiliki fungsi utama untuk mentransmisikan daya yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar ke batang penghubung (*connecting rod*). Secara rinci piston berperan mengubah volume silinder, menekan fluida dalam silinder, membuka tutup jalur aliran ataupun kombinasi dari semua. Piston terdorong akibat dari ekspansi gas hasil pembakaran pada ruang bakar. Piston biasanya dibuat dari aluminium paduan karena tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap tekanan tinggi, mudah menghantarkan panas, tahan terhadap gesekan serta ringan.

b) Batang piston

Batang piston atau sering disebut juga setang piston merupakan penghubung antara piston dengan poros engkol. Batang piston ini meneruskan gerak bolak-balik piston menjadi gerak putar pada poros engkol. Batang penghubung biasanya dibuat dari bahan baja atau besi tuang.

c) Pena piston

Pena torak merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penghubung atau pengikat piston dengan batang piston. Pena piston

d) Ring piston

Ring piston merupakan komponen yang berbentuk cincin yang dipasang pada alur piston. Ring piston ini berfungsi untuk menyekat gas yang berada pada atas piston. Ring ini berperan untuk mempertahankan kerapatan antara piston dan dinding silinder pada saat proses kompresi dan ekspansi. Ring piston ini ada dua macam, yaitu:

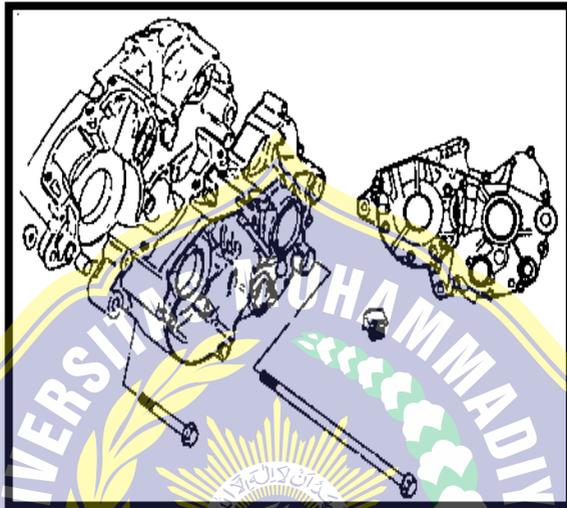
- **Ring kompresi**

Berfungsi untuk mempertahankan kerapatan piston dengan dinding silinder sehingga tidak terjadi kebocoran gas pada ruang bakar.

- **Ring oli**

Berfungsi membawa minyak pelumas (oli) bersama gerakan piston untuk melumasi dinding silinder

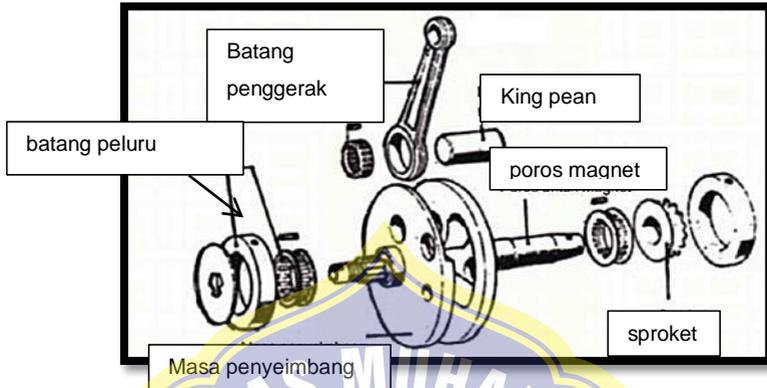
3. Bak engkol



Gambar 2.4 bak engkol
(jama,2009)

Bak engkol (*crankcase*) merupakan komponen utama yang berada pada bagian bawah dari motor bakar. Bak engkol ini berfungsi sebagai rumah dari poros engkol dan juga sebagai bak penampungan minyak pelumas. Bak engkol biasanya terbuat dari campuran aluminium.

4. poros engkol



*Gambar 2.5 poros engkol dan kelengkapannya
(jama,2009)*

Berfungsi untuk mengkonversikan gerak translasi pada batang piston menjadi gerak putar dan meneruskan gaya kopel yang dihasilkan motor bakar ke alat yang akan dihubungkan. Poros engkol biasanya ditumpu oleh bantalan

2.3 Parameter Indikator Kinerja Motor Bakar

1. Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin dalam melakukan kerja. Torsi bisa disebut juga momen gaya yang menyebabkan suatu benda dapat berputar. Secara matematis torsi dapat dirumuskan sebagai berikut “ apabila ada benda

yang berputar yang mempunyai gaya sebesar (F), benda berputar pada poros dengan jarak jari-jari sebesar b, maka torsinya (T) adalah :

$$T = Fxr \quad (2.1)$$

(raharjo dan karnowo,2009)

Dimana:

T = torsi (N.m)

F = gaya (N)

r = panjang lengan poros (m)

2. Daya

Daya adalah energi yang dapat dihasilkan dalam satuan waktu. Dimana persamaan daya untuk mesin yang berputar dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Dimana: } Ne = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T \text{ (hp)}}{75 \times 60} \quad (2.2)$$

(Arends dan berenschot,1980)

P =daya poros (hp)

T ;=torsi (N.m)

1hp =0,7355 kw dan 1kw =1,36 hp

1/75=factor konversi satuan kgf.m menjadi hp

1/60=factor konversi satuan rpm menjadi kecepatan (m/s)

3. Konsumsi bahan bakar (sfc)

Konsumsi bahan bakar dapat diartikan banyaknya bahan bakar digunakan selama proses pembakaran untuk menghasilkan daya dalam satuan waktu. Untuk persamaan konsumsi bahan bakar (*sfc*) dapat dituliskan sebagai berikut:

Dimana=

$$SFC = M f / Ne \quad 2.3$$

$$M f = v \times \rho \text{ bahan bakar} / t \quad 2.4$$

(winarno dan karnowo, 2009)

Dimana :

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

M f = jumlah bahan bakar persatuan waktu (kg/jam)

V = volume bahan bakar yang digunakan

ρ = berat jenis bahan bakar yang digunakan

t = waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar

Ne = daya yang dihasilkan (kW)

2.4 Mesin Hyundai GX-160

Mesin Honda 4 tak seri GX-160 merupakan mesin motor serba guna pabrikan hundai yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan mesin honda ini dapat disesuaikan dengan keperluan yang diinginkan. Penggunaan mesin Hyundai GX-160 bisa digunakan untuk

kehidupan sehari-hari seperti untuk mesin pemotong rumput, mesin pompa air dan mesin generator pembangkit listrik rumah tangga. Dapat juga digunakan dalam keperluan pertanian misalnya untuk pencacah rumput untuk pakan ternak dan untuk mengolah sludge keluaran dari digester biogas untuk dijadikan pupuk granul. Ataupun untuk mesin kompresor dalam perbengkelan serta banyak kegunaan lain yang bisa digunakan dari mesin Hyundai GX-160 ini.

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa mesin Hyundai GX-160 telah banyak digunakan dalam berbagai aspek kehidupan. Mesin Hyundai GX-160 sering digunakan karena memiliki ukuran yang relatif kecil dan ringan, memiliki konstruksi yang cukup sederhana dan dapat dimodifikasi untuk berbagai keperluan dengan cara menghubungkan poros mesin honda dengan peralatan tertentu sesuai kebutuhan alat yang akan dihubungkan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian dari mesin honda ini, agar dalam penggunaan dapat memaksimalkan peforma dari mesin ini sehingga dapat meningkatkan efisiensi mesin dan memperoleh hasil yang maksimal.

2.5 Kebutuhan Air Tanaman Padi

Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses

pertumbuhannya, sehingga diperoleh tambahan berat kering tanaman. Kebutuhan air tanaman dapat diukur dari perbandingan berat air yang dibutuhkan untuk setiap pertambahan berat kering tanaman. Dari sudut pandang irigasi, kebutuhan air untuk tanaman ditentukan oleh dua proses kehilangan air selama pertumbuhan tanaman, yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah kehilangan air karena penguapan dari permukaan tanah dan badan air atau permukaan tanaman tanpa memasuki sistem tanaman. Air berasal dari embun, hujan atau irigasi siraman yang kemudian menguap tanpa memasuki tubuh tanaman termasuk dalam air yang hilang karena evaporasi ini. Transpirasi adalah kehilangan air karena penguapan melalui bagian dalam tubuh tanaman, yaitu air yang diserap oleh akar-akar tanaman, dipergunakan untuk membentuk jaringan tanaman dan kemudian dilepaskan melalui daun ke atmosfer. Kedua proses kehilangan air tersebut kemudian sering disebut sebagai evapotranspirasi (Kartasapoetra dan Santoso, 1994).

Kebutuhan air untuk tanaman padi sawah mencakup perhitungan air yang masuk dan keluar dari lahan sawah. Air di sawah dapat bertambah karena turun hujan, sengaja diairi dari saluran irigasi, dan perembesan dari sawah yang lebih tinggi letaknya. Air di sawah akan

berkurang karena terjadinya transpirasi, evaporasi, infiltrasi, perkolasi, bocoran di tanah sawah dan pematang sawah, dan drainase. Berdasarkan kecukupan pasokan air, ada tiga sistem pembagian air, yaitu sistem serentak, sistem golongan, dan sistem rotasi (giliran). Berdasarkan teknik budidaya dan kecukupan air, maka cara pemberian air irigasi untuk padi sawah terdiri atas tiga cara, yaitu penggenangan sampai ketinggian tertentu, pengaliran air terus menerus, dan pengaliran air terputus-putus (Jhon, 2011).

Kebutuhan pengairan tanaman padi pada saat tanam kondisi air macak-macam, dan ini dipertahankan selama ± 7 hari, selanjutnya beri air setelah tanah belah kecil-kecil, $\pm 0,5$ cm. Setelah anakan maksimum genangi lahan 5-10 cm, jangan sampai tanaman kekurangan air pada stadia ini. Waktu pengendalian gulma keringkan lahan. Saat berbunga, padi sensitif terhadap kekurangan air, genangi lahan 5-10 cm s/d 10 hari sebelum panen (Bobihoe, 2007).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan luas lahan 0,698 ha dengan jenis tanaman padi selama satu musim tanam (120 hari) diperlukan air irigasi sebanyak 5.865.316,44 l/mt, termasuk air untuk pengolahan lahan selama 30 hari. Debit rata-rata pompa

irigasi dangkal adalah 21.684,49 l/jam, dengan kedalaman pengeboran 16 m, sehingga didapatkan lamanya jam operasi pompa adalah 2,25 jam per hari jika pompa beroperasi setiap hari. Berdasarkan analisis finansial maka penggunaan irigasi pompa dangkal sebagai salah satu alternatif dalam penyediaan air irigasi untuk pertanian layak secara finansial karena memiliki B/C Ratio sebesar 2,03 dan NPV sebesar Rp 17.885.510,08. Peningkatan produksi lahan untuk satu kali musim tanam dengan luas lahan 1 (satu) hektar adalah 25 %. Luas minimum layak dapat diketahui pada pertemuan garis TC dan TR. $TC = 366.386,301$ dan $TR = 13.538.681,95 X$. Berdasarkan persamaan garis TC dan TR, maka luas minimum layak penggunaan pompa untuk irigasi adalah 0,05 ha/mt. Sedangkan luas maksimum layak untuk satu pompa jika pompa beroperasi selama 8 jam/hari adalah 2,48 ha/mt (Yanti dan Setiawan, 2012).

Kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi sangat tergantung dari berbagai faktor penyiapan lahan, pertumbuhan tanaman, penentuan kehilangan air karena perkolasi, penentuan penggantian lapisan air dan hujan efektif. Berdasarkan hasil penelitian (Hasibuan, 2010) kebutuhan air tanaman (ETc) berkisar antara 3,63 mm/hari sampai 4,14 mm/hari. Sedangkan evapotranspirasi

tertinggi (ET₀) terjadi pada bulan Februari untuk tanaman padi sebesar 4,4 mm/hari. Untuk pola tanam padi kebutuhan air irigasi maksimum terjadi pada bulan Januari (0,04 m³/dt/ha) untuk periode tanam bulan Januari sampai April, bulan Mei (0,11 m³/dt/ha) untuk periode tanam bulan Mei sampai Agustus, dan Bulan Mei (0,11 m³/dt/ha) untuk periode tanam bulan September sampai Desember, kebutuhan air irigasi bisa terpenuhi oleh hujan efektif.

2.6. Air Tanah

Air tanah adalah air di bawah permukaan tanah dimana rongga-rongga didalam tanah hakekatnya terisi oleh air. Pergerakan air tanah ke atas oleh kapilarisasi dari permukaan air tanah ke dalam daerah akar dapat merupakan suatu sumber air yang utama untuk pertumbuhan tanam-tanaman. Supaya cukup efektif tanpa membatasi dengan serius pertumbuhan tanam-tanaman, air tanah harus dekat tetapi dibawah kedalaman dari mana sebagian besar kebutuhan air untuk tanam- tanaman diambil. Apabila air tanah ada dalam daerah akar yang normal, pertumbuhan tanam-tanaman secara pasti akan tertekan. Apabila air tanah terlalu dekat dengan permukaan, kemampuan tanah untuk menghasilkan sebagian besar panen yang ekonomis menjadi hampir tidak ada sama sekali. Namun demikian, suatu permukaan

air tanah pada bagian bawah akar dapat menyediakan suatu jumlah air yang layak dan dengan demikian mengurangi biaya irigasi lebih besar dari pada kerugian panen yang ditutupinya. Kedalaman permukaan air tanah yang optimum adalah kedalaman yang dapat memberikan pengembalian ekonomi yang maksimum (Hansen *et al.*, 1986).

2.7. Irigasi

Menurut Hansen *et al.* (1986), Irigasi secara umum didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanam-tanaman. Irigasi juga dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan produktifitas tanaman dan dapat membantu melembabkan tanaman pada cuaca yang panas. Pemberian air irigasi dapat dilakukan dengan lima cara: (1) dengan penggenangan (*flooding*); (2) dengan menggunakan alur, besar atau kecil; (3) dengan menggunakan air bawah permukaan tanah melalui sub irigasi, sehingga menyebabkan permukaan air tanah naik; (4) dengan penyiraman (*sprinkling*); (5) dengan sistem cucuran (*trickle*).

Keseragaman distribusi (DU) di irigasi adalah ukuran bagaimana seragam air diterapkan untuk daerah yang sedang disiram, dinyatakan sebagai persentase.

Keseragaman distribusi sering dihitung saat melakukan audit irigasi. DU tidak boleh bingung dengan koefisien keseragaman (CU) yang sering dipakai untuk menggambarkan kinerja sistem bertekanan *overhead*. Ukuran yang paling umum dari DU adalah *Low Quarter* DU, yang merupakan ukuran dari rata-rata kuartal terendah sampel, dibagi dengan rata-rata semua sampel. Semakin tinggi DU, semakin baik kinerja sistem. Jika semua sampel adalah sama, DU adalah 100%. Jika proporsi daerah lebih besar dari 25% menerima nol aplikasi DU akan 0%.

Tidak ada nilai universal DU untuk kinerja sistem yang memuaskan tetapi umumnya nilai $> 80\%$ dianggap diterima. Alternatif lain yang kurang umum dengan DU standar keseragaman distribusi mutlak, dihitung dengan membagi kedalaman minimum diterapkan pada setiap titik dengan rata-rata semua sampel. Keseragaman distribusi berguna ketika menentukan total kebutuhan penyiraman selama penjadwalan irigasi. Sebagai contoh, sebuah irrigator mungkin ingin berlaku tidak kurang dari satu inci air ke daerah yang disiram. Jika DU adalah 75%, maka jumlah total yang harus diterapkan akan menjadi jumlah yang diinginkan dari air, dibagi dengan DU. Dalam hal ini, irigasi yang diperlukan akan 1,33 inci air, sehingga hanya

daerah yang sangat kecil menerima kurang dari satu inci. Semakin rendah DU, yang kurang efisien distribusi, dengan demikian lebih banyak air yang harus diterapkan untuk memenuhi persyaratan minimum (Anonim, 2015).

Sesuai kepentingan umum dalam Peraturan Pemerintah no. 22 tahun 2006, irigasi pompa adalah salah satu jenis irigasi setingkat/sama dengan irigasi permukaan, irigasi rawa dan irigasi tambak. Dengan demikian irigasi pompa adalah penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian dengan menggunakan pompa air tanah. Irigasi pompa air tanah dapat diartikan sebagai usaha pengambilan air dari bawah permukaan air tanah (atau mengangkat/memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi) dengan menggunakan bantuan pompa air, sehingga dapat didistribusikan dan digunakan untuk keperluan irigasi. Irigasi pompa air tanah ini mempunyai kelebihan dan kelemahan, yaitu :

1. Kelebihan irigasi pompa air tanah
 - a. Adanya kepastian perolehan air dibandingkan dengan irigasi permukaan sehingga dapat diharapkan tersedia sepanjang tahun.
 - b. Rencana tata tanam dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dengan mempertimbangkan jenis

tanaman, waktu tanam serta ketersediaan tenaga kerja.

- c. Petani dapat mengatur sendiri penyediaan air irigasi.

2. Kelemahan irigasi air tanah

- a. Diperlukan investasi/modal yang **relatif besar untuk pembangunannya**
- b. Perlu perawatan yang intensif dan terus-menerus, sehingga membutuhkan dukungan tenaga operator yang terampil.
- c. Diperlukan biaya operasi dan pemeliharaan yang memadai agar keberlanjutannya dapat terjaga (Departemen PU, 2006).

2.8. Analisis Biaya

Dalam sistem irigasi semua biaya dan keuntungan harus dimasukkan agar dapat dipertimbangkan secara ekonomi. Biaya awal (*initial cost*) adalah penting karena pembeli harus membiayai seluruh komponen yang dibutuhkan dalam sistem irigasi. Namun demikian, biaya tahunan per hektar dibandingkan dengan pengembalian

tahunan per hektar adalah ukuran ekonomi suatu sistem irigasi yang paling baik (Hansen *et al.*, 1986).

Komponen biaya yang di hitung dalam analisis biaya irigasi dengan menggunakan pompa berbahan bakar gas adalah biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap adalah biaya yang selama satu periode kerja tetap jumlahnya dan biaya tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan pada saat alat/mesin beroperasi/tergantung jumlah jam kerja pemakain. Hasil dari aplikasi rumus untuk menghitung komponen biaya tersebut dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

2.8 Biaya Operasional

Biaya operasional/biaya tidak tetap besarnya berubah untuk setiap jam pemakaian pompa. Biaya operasional meliputi :

a. Biaya Bahan Bakar : $BB = FC \times Fp \times Wt$

Keterangan :

FC= Konsumsi bahan bakar (kg/jam)

Fp =Harga bahan bakar (Rp/kg)

BB = Biaya bahan bakar (Rp/tahun)

Wt = jam kerja pertahun (jam/tahun)

b. Biaya Pelumas : $BP = OC \times Pm \times Op \times Wt$

Keterangan :

BP = Biaya pelumas (Rp/tahun)

OC = Konsumsi pelumas (l/Hp/jam)

Pm = Daya motor Motor bakar (Hp)

Wt = jam kerja per tahun (jam/tahun)

Op = Harga pelumas (Rp/l)



