

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai perencanaan kapasitas pembangkit menggunakan energi terbarukan sudah pernah dibuat dengan studi kasus beberapa kota di Indonesia. Berikut akan dipaparkan beberapa penelitian yang berkaitan dan dijadikan sebagai sumber referensi dalam penyusunan tugas akhir ini:

Salah satunya penelitian tentang energi terbarukan yang dilakukan oleh Panca Raharja seorang alumni Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam penelitiannya yang berjudul “ Potensi energi listrik aliran irigasi teknis di kebun pala kabupaten Magelang. Dalam paparannya, Panca Raharja menjelaskan tentang pemanfaatan energi listrik pada aliran irigasi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif pengganti dari listrik PLN. Hasil dari besarnya potensi daya aliran irigasi Kebunpala dengan debit $6,78 \text{ m}^3/\text{s}$ serta head $0,57 \text{ m}$ adalah $18,96 \text{ kW}$ dan layak untuk dimanfaatkan sebagai PLTMH. Hasil analisa rancangan PLTMH pada terjunan air aliran irigasi kebun pala dengan lebar $1,5 \text{ m}$ dan tinggi $1,14 \text{ m}$ diperoleh daya keluaran sebesar $8,11 \text{ kW}$.

Selain itu, terdapat juga penelitian dari Andi Supriadi seorang alumni Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam penelitiannya yang berjudul Potensi Energi Listrik Aliran Irigasi Teknis Di Rindam IV Diponegoro Patrabangsa Magelang, dalam paparannya Andi Supriadi menjelaskan tentang pemanfaatan energi listrik pada aliran irigasi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Hasil dari besarnya potensi aliran irigasi dengan debit air $5,32 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah 3641 W dan layak untuk dimanfaatkan sebagai PLTMH. Kemudian hasil analisa rancangan PLTMH pada terjunan air aliran irigasi Kel. Patrabangsa dengan lebar $3,5 \text{ m}$ dan tinggi $1,3 \text{ m}$ diperoleh daya keluaran sebesar $1833,79 \text{ W}$ atau $1,83 \text{ kW}$.

Novangga Wicaksana seorang alumni Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam penelitiannya yang berjudul Analisa potensi debit di

bendungan juwero untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, dari hasil penelitiannya didapatkan hasil total daya yang dihasilkan untuk pembangkit yaitu sebesar 9,613,897 kwh/tahun, kemudian yang tersuplay dari hydro turbine menghasilkan listrik sebesar 9,520,418 kwh/tahun dan gird PLN sebesar 111,479 kwh/tahun(1%) dan sisanya dijual ke PLN.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

2.2.1.1 Pengertian PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro pada dasarnya merupakan Pembangkit Listrik Tenaga air. Hanya pada pembangkit ini dayanya <100 kW. Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. (energi hijau terbaru. blogspot. com. 27/07/2011).

Pembangkit Listrik Tenaga *Mikro Hidro* (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. *Mikrohidro* merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, *mikrohidro* memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. *Mikrohidro* mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, *mikrohidro* memanfaatkan energi potensial jatuhan air (*head*). Semakin tinggi jatuhan air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhan air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air *mikrohidro*. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. *Mikrohidro* bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian

air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 watt. Relatif kecilnya energi yang dihasilkan *mikrohidro* dibandingkan dengan PLTA skala besar, berimplikasi pada relatif sederhananya peralatan serta kecilnya areal yang diperlukan guna instalasi dan pengoperasian *mikrohidro*. Perbedaan antara Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan *mikrohidro* terutama pada besarnya tenaga listrik yang dihasilkan, PLTA dibawah ukuran 100 KW digolongkan sebagai *mikrohidro*. Dengan demikian, sistem pembangkit *mikrohidro* cocok untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik di daerah-daerah terpencil dan pedesaan. (id.wikipedia.org. 27/07/2011).

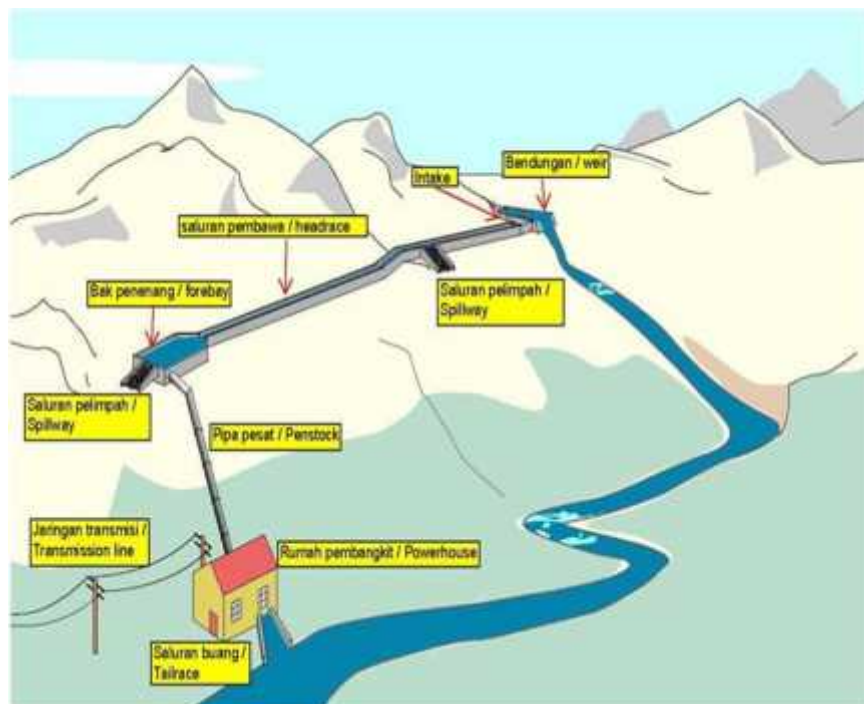
Berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung daripada usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. Pada umumnya debit yang besar membutuhkan fasilitas dengan ukuran yang besar untuk, misalnya, bangunan ambil air (*intake*), saluran air dan turbin, oleh karena itu tinggi jatuh yang besar dengan sendirinya lebih murah. Di hulu sungai di mana pada umumnya kemiringan dasar sungai lebih curam akan mudah diperoleh tinggi jatuh yang besar. Sebaliknya di sebelah hilir sungai, tinggi jatuh rendah dan debit besar. Oleh karena itu bagian hulu sungai lebih ekonomis, sedangkan bagian hilirnya kurang ekonomis mengingat tinggi jatuh yang kecil dan debit yang besar tadi. (Arismunandar,dkk,1991).

Pembangkitan tenaga air tergantung pada kondisi geografis, keadaan curah hujan dan areal penampungan aliran (*catchment area*). Jadi, pembangunan pembangkit tenaga air dapat dilaksanakan dibanyak daerah dengan skala kapasitas yang bermacam-macam.

PLTMH umumnya merupakan pembangkit listrik jenis *run of river* dimana tinggi diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai tersebut selanjutnya mengalirkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Air dialirkan ke Rumah pembangkit (Power House) yang biasanya dibangun dipinggir sungai. Air akan memutar sudu turbin

(runner), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Pembangkit listrik tenaga air dibawah 100 kW digolongkan sebagai PLTMH, (Muhammad. 2010).

Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (flow capacity) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah head. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan terjemahan bebasnya yaitu "energi putih". Sebab instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan perkembangan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi dari pengaruh perbedaan ketinggian dengan daerah tertentu (tempat instalasi yang akan dibangun) akan dapat diubah menjadi energi listrik. (Muhammad.2010).



Gambar 1 Jalur irigasi untuk mikrohidro

Potensi sumber daya air yang melimpah di Indonesia, membuat kita harus bisa mengembangkan potensi ini, karena air adalah sebagai sumber energi yang dapat terbarukan dan alami. Bila hal ini dapat terus dieksplorasi, konversi air menjadi energy listrik sangat menguntungkan bagi negeri ini. Di Indonesia telah terdapat banyak sekali PLTMH dan waduk untuk menampung air, tinggal bagaimana kita dapat mengembangkan PLTMH menjadi lebih baik lagi dan lebih efisien. (Makmun, dkk.2007).

2.2.1.2 Prinsip Kerja PLTMH

PLTMH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah air yang jatuh (debit) perdetik yang ada pada saluran air terjun. Energi ini selanjutnya menggerakkan turbin, kemudian turbin kita hubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Selanjutnya listrik yang dihasilkan oleh generator ini dialirkan ke rumah-rumah dengan memasang pengaman (sekring). Yang perlu diperhatikan dalam merancang sebuah PLTMH adalah menyesuaikan antara debit air yang tersedia dengan besarnya generator yang digunakan. Jangan sampai generator yang dipakai terlalu besar atau terlalu kecil dari debit air yang ada. (Muhammad.2010).

Untuk mengetahui debit air, pertama kita harus mengetahui luas penampang saluran (A) yang diperoleh dengan mengalihkan lebar sungai/saluran dengan kedalaman rata-rata air sehingga dapat dituliskan dalam persamaan (Murhasim.2006):

$$A = W \times dn / n \dots\dots\dots (\text{persamaan 1})$$

Keterangan:

A = Luas Penampang basah (m²)

W = Lebar sungai / saluran (m)

dn = Jumlah tinggi/dalamnya air pada saluran pengukuran (m)

n = banyak pengukuran

Kemudian kita harus mencari kecepatan aliran sebenarnya (V_s) yang diperoleh dengan mengalihkan kecepatan hasil pengukuran (V) dengan koefisien (C_s) yang sebenarnya. Adapun konstanta tersebut dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok:

1. Untuk dasar sungai yang berbatu-batu $C_s = 60 \%$
2. Untuk dasar sungai yang berpasir $C_s = 80 \%$
3. Untuk dasar sungai yang bercadas $C_s = 90 \%$.

Untuk mendapatkan kecepatan aliran sebenarnya digunakan persamaan (Murhasim.2006) :

$$V_s = V \text{ ukur} \times C_s \dots\dots\dots \text{ (persamaan 2)}$$

Keterangan :

V_s = Kecepatan aliran sebenarnya (m/detik)

V = Kecepatan aliran hasil pengukuran (m/detik)

C_s = Koefisien yang tergantung dari keadaan dasar sungai (%)

Setelah parameter di atas diketahui, dapat ditentukan debit sungai/saluran dengan menggunakan persamaan:

$$Q = A \times V_s \dots\dots\dots \text{ (persamaan 3)}$$

Keterangan:

Q = Debit air (m^3 /detik)

A = Luas penampang basah (m^2)

V_s = Kecepatan Air sebenarnya (m/detik)

Adapun daya yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus (Murhasim.2006):

$$P_{in} \text{ Turbin} = g \times Q \times H \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{ (persamaan 4)}$$

$$P_{out} \text{ Turbin} = g \times Q \times H \times \eta_T \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{ (persamaan 5)}$$

$$P_{out} \text{ Gen} = P_{input} \text{ Turbin} \times \eta_G \dots\dots\dots \text{ (persamaan 6)}$$

Keterangan:

P = daya teoritis (KW)

G = gaya grafitasi (m/s^2)

Q = debit air ($m^3/detik$)

H = Tinggi Terjun Air (m)

η_T = efisiensi Turbin

η_G = efisiensi Generator

2.2.1.3 Bagian-bagian PLTMH

1. Bendungan (*Weir*) dan Bangunan Penyadap (*Intake*)

Bendungan merupakan bagian yang sangat penting pada suatu pembangkit listrik tenaga air, karena bendungan merupakan tempat penampungan air. Bendungan untuk instalasi PLTMH dapat berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Pemilihan jenis bendungan yang terbaik untuk suatu tempat tertentu merupakan suatu masalah kelayakan teknis dan biaya. Kelayakan dipengaruhi oleh keadaan topografi, geologis dan cuaca. Perlengkapan lainnya adalah: penjebak/saringan sampah. Pada umumnya PLTMH, merupakan pembangkit *type run of river* sehingga bangunan intake dibangun berdekatan dengan bendungan dengan memilih dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

2. Saluran Pembawa (*Head Race*)

Saluran Pembawa merupakan saluran mengalirkan air dari intake menuju pipa pesat dengan menjaga ketinggian muka airnya. Saluran ini biasanya mempunyai kemiringan relative kecil. Tipe saluran pembawa biasanya sangat tergantung pada kondisi topografi geologi daerah yang dilewati, dan dapat berupa saluran terbuka, pipa ataupun terowongan., baik bertekanan ataupun tidak bertekanan. Konstruksi saluran penghantar dapat berupa pasangan batu kali atau hanya berupa tanah yang digali. Pada saluran penghantar yang panjang perlu dilengkapi dengan saluran pelimpah untuk setiap jarak tertentu. Jika terjadi banjir pada saluran tersebut, kelebihan air akan terbuang melalui saluran pelimpah.

3. Kolam Pengendap

Kolam ini biasanya dibuat dengan memperdalam dan memperlebar sebagian saluran penghantar dan menambahnya dengan saluran penguras. Fungsinya untuk mengendapkan pasir dan menyaring kotoran yang hanyut, sehingga air yang masuk ke turbin relatif bersih.

4. Bak Penenang (*Forebay*)

Bak penenang (*forebay*) terletak diujung saluran pembawa. Fungsi bak penenang secara kasar ada dua jenis:

- 1 Mengontrol perbedaan debit dalam penstock dan sebuah saluran pembawa karena fluktuasi beban.
- 2 Pemindahan sampah terakhir (tanah dan pasir, kayu yang mengapung, dll.)

Dalam air yang mengalir Struktur bak penenang terdiri dari bak pengendap (setting basin), saluran pelimpah (*spillway*), trashrack, dan bak penenang sendiri. Bangunan ini sering kali dikenal dengan istilah head tank sebagai reservoir air yang terletak pada sisi atas untuk aliran ke unit turbin yang terletak dibagian bawah. Beda jatuh air ini yang dikenal head. Kapasitas bak penenang didefinisikan sebagai kedalaman air dan panjang bak penenang. Untuk

menentukan kapasitas dari bak penenang digunakan persamaan yaitu (Adesalbg.wordpress.com. 27/07/2011.)

$$V_{sc} = A_s \times d_{sc} = B \times L \times d_{sc} \dots \dots \dots \text{ (persamaan 7)}$$

Keterangan:

A_s = area bak penenang

B = lebar bak penenang

L = panjang bak penenang

D_{sc} = kedalaman air dari kedalaman aliran yang sama

dari sebuah saluran ketika menggunakan debit maksimum menuju kedalaman kritis dari ujung tanggul untuk menjebak pasir dalam sebuah bak penenang.

Untuk menghemat panjang pipa pesat, biasanya kolam atas ini diletakkan sedekat mungkin diatas *Power House*. Bak penenang dilengkapi dengan saluran pelimpah dan saringan agar sampah tidak masuk ke dalam pipa pesat.

5. Pipa Pesat (*Penstock*)

Pipa pesat (*penstock*) merupakan pipa pengatur dengan diameter besar, berfungsi untuk menyalurkan air dari bendungan ke sudu-sudu turbin. Pipa pesat umumnya terbuat dari baja, bisa juga dengan beton bertulang dan kayu dan tempat pemasukan pipa pesat terdapat saringan halus, sedangkan untuk pengosongan pipa terdapat pintu air. Proses konversi energi dari energi potensial hidrolik menjadi energi kinetik yang akan dirubah menjadi energi mekanik oleh unit turbin terjadi melalui pemanfaatan potensi air yang berkumpul di bak penenang (*head tank*). Air dari bak penenang mengalir melalui penstock (pipa pesat) menuju turbin yang terdapat di dalam rumah pembangkit.

6. Pondasi dan Dudukan Pipa Pesat

Dudukan pipa pesat harus mampu menahan beban statis dan dinamis dari pipa pesat dan air yang mengalir di dalamnya. Untuk itu, harus dihindari belokan - belokan karena akan mengakibatkan gaya yang cukup besar. Bila gaya ini tak dapat ditahan oleh tanah (misalnya karena luas penampang dudukan pipa pesat terlalu kecil), maka pipa pesat akan terdorong - bergeser dan rusak. Untuk itu, perencanaan dimensi dudukan pipa pesat ini harus dilakukan secara matang, tentu saja berdasarkan kondisi tanah yang ada pada lokasi *mikrohidro*.

7. Rumah Pembangkit (*Power House*)

Adalah rumah tempat semua peralatan mekanik dan elektrik PLTMH. Peralatan Mekanik seperti Turbin dan Generator berada dalam Rumah Pembangkit, demikian pula peralatan elektrik seperti kontroler. Dalam desain *power house*, pondasi turbin - generator harus dipisahkan dari pondasi bangunan *power house*. Di samping itu perlu dipikirkan keleluasaan bongkar pasang turbin dan generator. Persoalan ini masih ditambah lagi dengan perlunya saluran pembuang di dalam sampai keluar *power house*.

8. Turbin

Turbin adalah mesin berputar yang berfungsi untuk mengambil energi mekanik dari aliran fluida. Dalam PLTMH digunakan turbin air. Turbin ini akan mengkonversikan menjadi energi gerak. Turbin air memiliki *casing* berupa baling-baling yang memfokus dan mengontrol fluida. Energi diperoleh dari tenaga yang berputar. Turbin dapat memiliki kepadatan tenaga yang tinggi. Ini dikarenakan kemampuan turbin untuk beroperasi pada kecepatan sangat tinggi. Namun pada PLTMH, turbin yang dipakai memiliki kepadatan energi yang rendah. Sebab aliran airnya juga tak terlalu deras.

Macam-macam turbin air yang dikenal adalah sebagai berikut:

1. Turbin Implus, merupakan turbin air yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial + tekanan + kecepatan)

yang tersedia menjadi energi kinetik untuk merubah turbin, sehingga menghasilkan energi puntir.

2. Turbin Reaksi merupakan turbin yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi puntir.

9. Generator

Generator adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. PLTA *Mikro* mempunyai perbedaan tinggi muka air yang kecil sehingga kecepatan turbin kecil. Untuk menggerakkan generator, kecepatan ini harus dinaikkan, sehingga memakai dalam satu poros untuk turbin dan generator tidak mungkin. Maka perlu dipasang transmisi mekanis dengan memakai ban karena perpindahan putaran berdasarkan gesekan, maka ban ini dipasang dalam keadaan pratarik. Untuk meninggikan gesekan, ban ini umumnya berbentuk trapesium yang dipasang pada alur roda dengan bentuk yang sama, seperti ban kipas radiator pada mobil. Roda gigi dapat digunakan bila jarak antara poros turbin dan poros generator kecil. Rantai digunakan bila jarak kedua poros terlalu besar untuk menggunakan roda gigi dan terlalu kecil untuk memakai ban.

Tabel 2.1 efisiensi komponen PLTMH

Efisiensi Komponen	Rumus/Besaran Empirik
Konstruksi Sipil	$1.0 - (\text{panjang saluran} \times 0.002 \sim 0.005) / H_{\text{gross}}$
Penstock	0.90 ~ 0.95 (tergantung pada panjangnya)
Turbin	0.70 ~ 0.85 (tergantung pada tipe turbin)
Generator	0.80 ~ 0.95 (tergantung kapasitas generator)
Sistem Kontrol	> 0.97
Jaringan Distribusi	0.90 ~ 0.98 (tergantung panjang jaringan)
Transformator	0.98

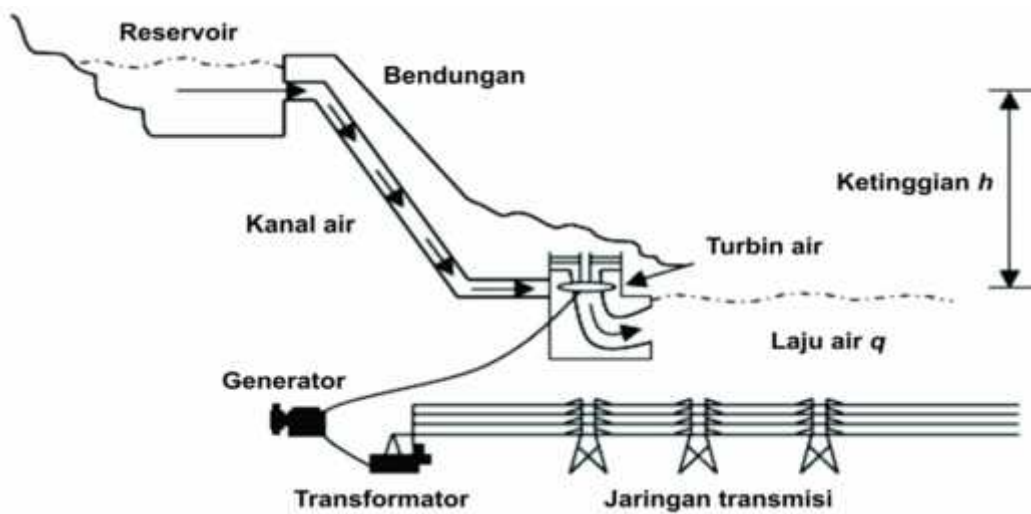
Penentuan debit turbin sangat mempengaruhi efektifitas dari suatu PLTMH. Misalnya dengan adanya kolam pengatur. Disini air sungai disimpan pada waktu bebannya minimum, dan digunakan pada waktu beban puncak untuk beberapa jam waktu siang hari. Dengan demikian debit alamiah dari sungai, baik harian maupun mingguan, diatur oleh kolam pengatur ini. Oleh karena itu debit sungai ditentukan sesuai dengan kondisi beban harian maupun mingguan yang akan dicapai untuk menyediakan tenaga. Karena itu perlu diketahui beban yang akan terjadi. Ada beberapa cara untuk mengetahui beban yang akan terjadi tersebut. Satu cara diantaranya adalah dengan memperkirakan dan menjumlah beban harian dalam satu tahun operasi. Cara lain adalah dengan memperkirakan dan menghitung lengkung beban yang lazim setiap bulan, baik dalam musim hujan, ataupun dalam musim kemarau.

Ada berbagai macam daya yang dihasilkan dalam pembangkitan yaitu:

1. Daya maksimum, yaitu daya maksimum yang dapat dibangkitkan oleh pembangkit.
2. Daya pasti, yaitu daya yang dibangkitkan selama 355 - 365 hari dalam setahun.
3. Daya Puncak, yaitu hasil yang dibangkitkan selama jam-jam tertentu setiap hari yang meliputi 355 hari selama setahun.
4. Daya puncak khusus, yaitu daya yang dihasilkan setiap hari, tanpa pembatasan jam operasi dalam musim hujan, dikurangi dengan daya pasti.
5. Daya penyediaan, yaitu hasil yang dibangkitkan dalam musim kemarau, dengan mempergunakan simpanan air dalam waduk yang dikumpulkan selama musim hujan, dikurangi dengan daya pasti.
6. Daya penyediaan puncak dan daya waduk.

Daya generator umumnya disebut output dari pembangkit. Pada Pembangkit Tenaga Air dipompa, jika tinggi jatuh bersih dari pompa adalah H (m), debit pompa adalah Q (m^3/s), efisiensi dari motor-generator dan pompa masing-masing adalah η_M dan η_P . Tenaga yang dihasilkan adalah tenaga listrik yang dibangkitkan. Untuk perencanaan, kemungkinan pembangkitan energi dalam setahun dihitung,

dan ini kemudian dikalikan dengan factor ketersediaan antara 0,95-0,97 untuk mendapatkan tenaga pembangkitan tahunan. dari harga itu dihitung biaya pembangunan dan biaya pembangkitan yang digunakan dalam perbandingan ekonomis dari berbagai rencana. Tenaga listrik yang mungkin dibangkitkan dihitung dari aliran air, tinggi terjun dan jumlah jam kerja, sesuai dengan aturan dan kebutuhan system tenaga listrik. Efisiensi PLTMH sebesar 89,53 %.



Gambar 2.1 skema pembangkit PLTMH

2.3 Homer

2.3.1 Pengertian Homer

Homer adalah singkatan dari the hybrid optimisation model for electric renewable, salah satu tool populer untuk desain sistem PLH menggunakan energi terbarukan. Homer mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem pembangkit listrik baik stand-alone maupun grid-connected yang dapat terdiri dari kombinasi turbin angin, photovoltaic, mikrohidro, biomassa, generator (diesel/bensin), microturbine full-cell, baterai, dan penyimpanan hidrogen, melayani beban listrik maupun internal (Lambert, Gilman, dan Lilienthal 2006).

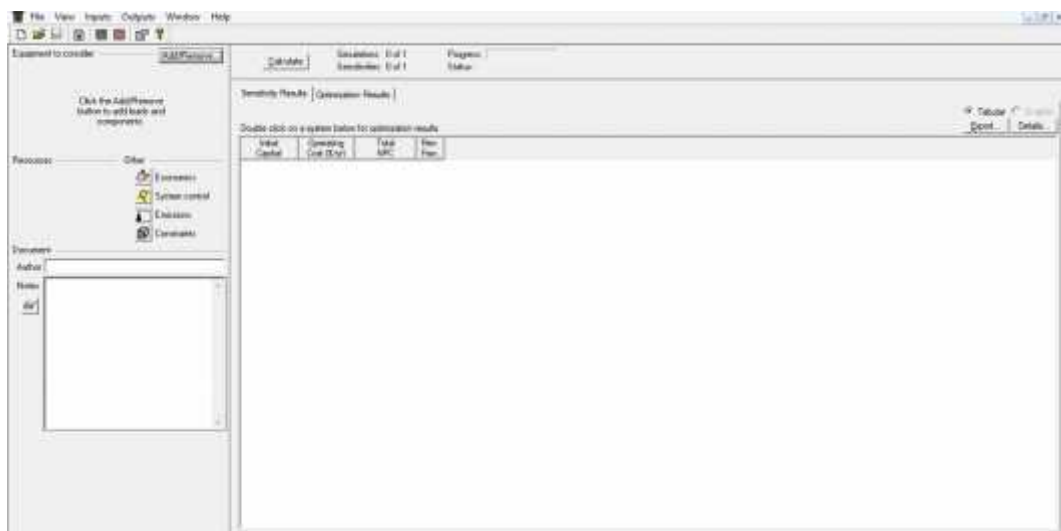
Homer mensimulasikan operasi sistem dengan menyediakan perhitungan energy balance untuk setiap 8,760 jam dalam setahun. Jika sistem mengandung baterai dan generator diesel/bensin, Homer juga dapat memutuskan, untuk setiap jam, apakah generator diesel/bensin beroperasi dan apakah baterai diisi atau dikosongkan. Selanjutnya Homer menentukan konfigurasi terbaik sistem dan

kemudian memperkirakan biaya instalasi dan operasi sistem selama masa operasinya seperti biaya awal, biaya pengganti komponen- komponen, biaya o/m, biaya bahan bakar, dan lain lain.

Saat melakukan simulasi, Homer menentukan semua konfigurasi sistem yang mungkin , kemudian ditampilkan berurutan *net present costs* – NPC (atau disebut juga (*life cycle costs*). Jika analisa sensitifitas diperlukan, homer akan mengulas proses simulasi untuk setiap variable sensitivitas yang ditetapkan. Error relatif tahunan sekitar 3% dan error relative bulanan sekitar 10% (sherif dan ross 2003).

2.3.2 Tutorial Homer

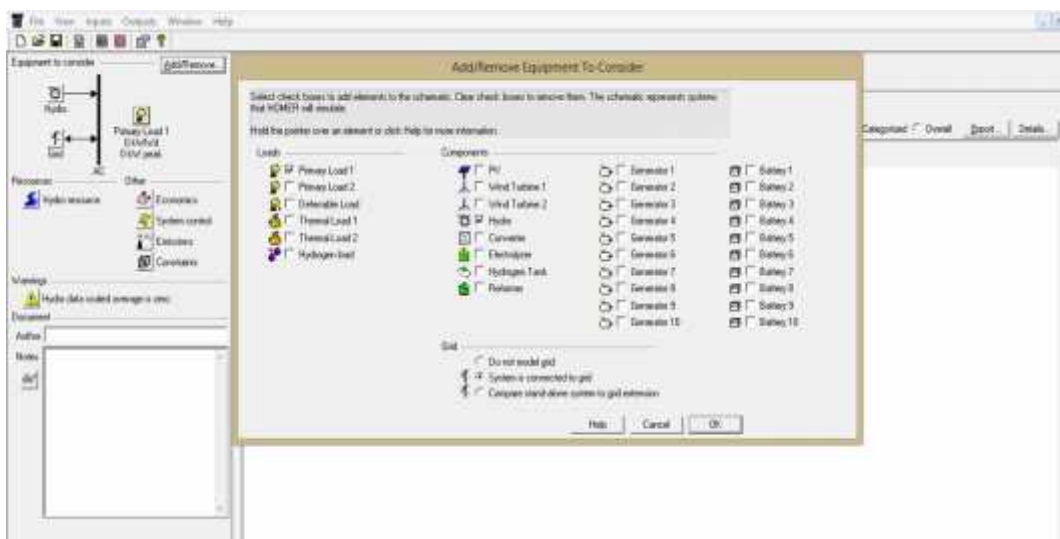
Tampilan perangkat lunak HOMER bisa dilihat gambar di bawah ini. Perancang dapat menyusun sistem pembangkit dam berbagai jenis sumber daya yang diinginkan, baik sumber daya konvensional maupun uang terbaharukan. Proses simulasi pada HOMER dilakukan untuk mengetahui karakteristik atau performasi dari suatu sistem pembangkit.



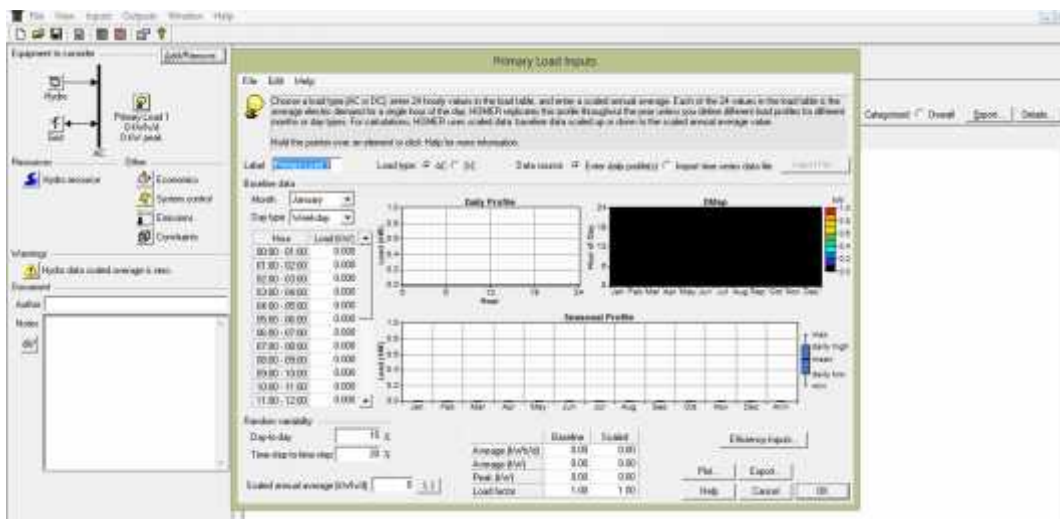
Gambar 2.2 tampilan utama HOMER

Setelah membuka program HOMER, maka yang akan kita lakukan adalah memberikan atau menambahkan masukan device pada system hybrid yang akan kita buat. Disini yang harus kita masukan jenis beban yang ditopang dari system.

HOMER memberikan pilihan berbagai jenis beban sesuai dengan kebutuhan pengguna. Begitu juga pada pilihan komponen yang akan kita buat. Komponen pembangkit energi yang disediakan homer adalah: Wind Turbine, PV, Hydro, Hydrogen tank, Electrolyzer, Reformer, Generator, dan system battery. Di HOMER juga terdapat pilihan untuk menyalurkan pembangkit dengan grid PLN atau tidak.



Gambar 2.3 pemilihan tipe beban dan komponen pembangkit

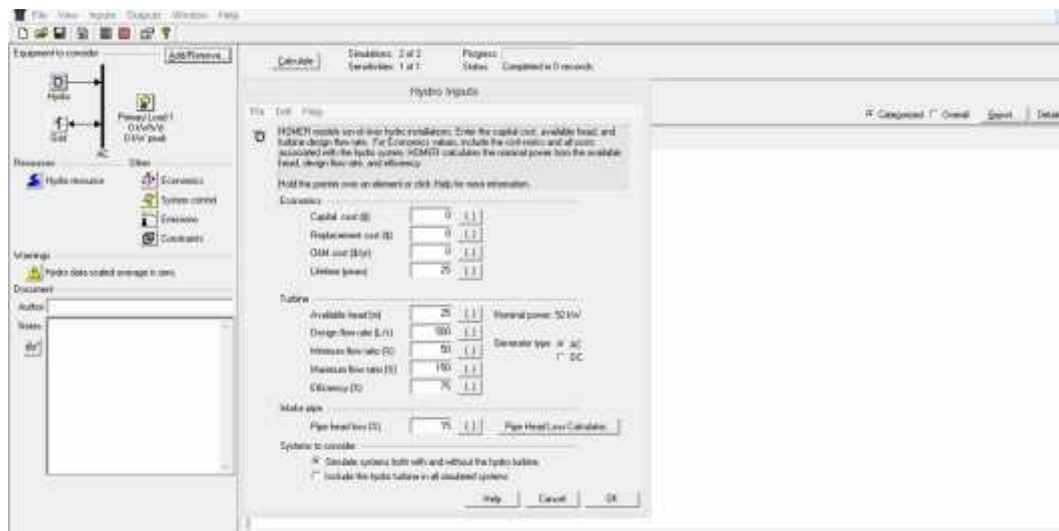


Gambar 2.4 proses input data beban

Setelah menentukan tipe beban dan komponen pembangkit, maka hal yang selanjutnya dilakukan adalah memasukkan data dan beban tiap jamnya. Disini ada

pilihan beban yang akan kita buat DC atau AC. Selanjutnya simulasi dan variasi beban tiap waktunya dapat disimulasikan dengan memasukkan presentase pada random variability.

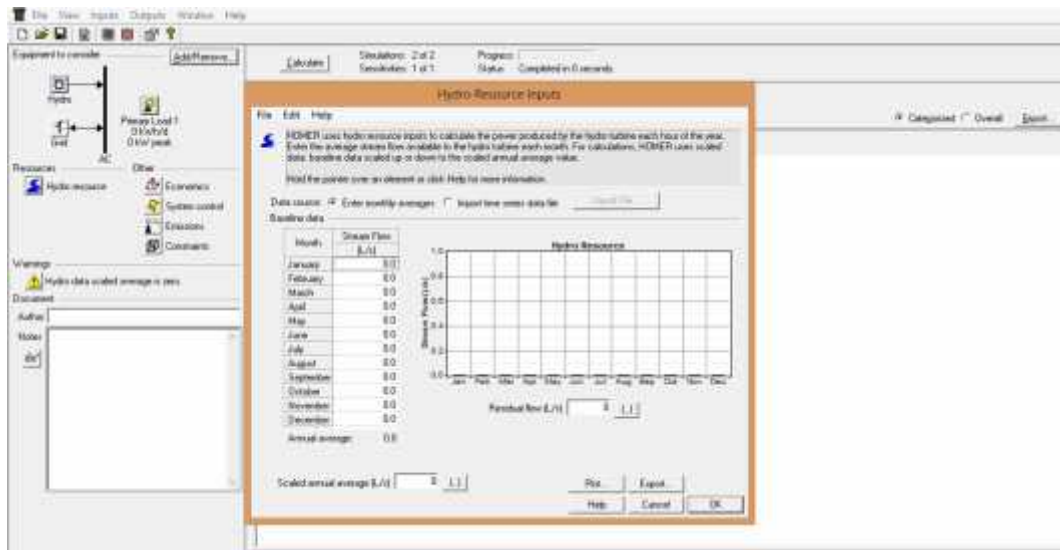
Data beban yang telah di input secara otomatis akan langsung dihitung oleh HOMER dan menghasilkan rata-rata pemakaian, data beban puncak dan load factor beban.



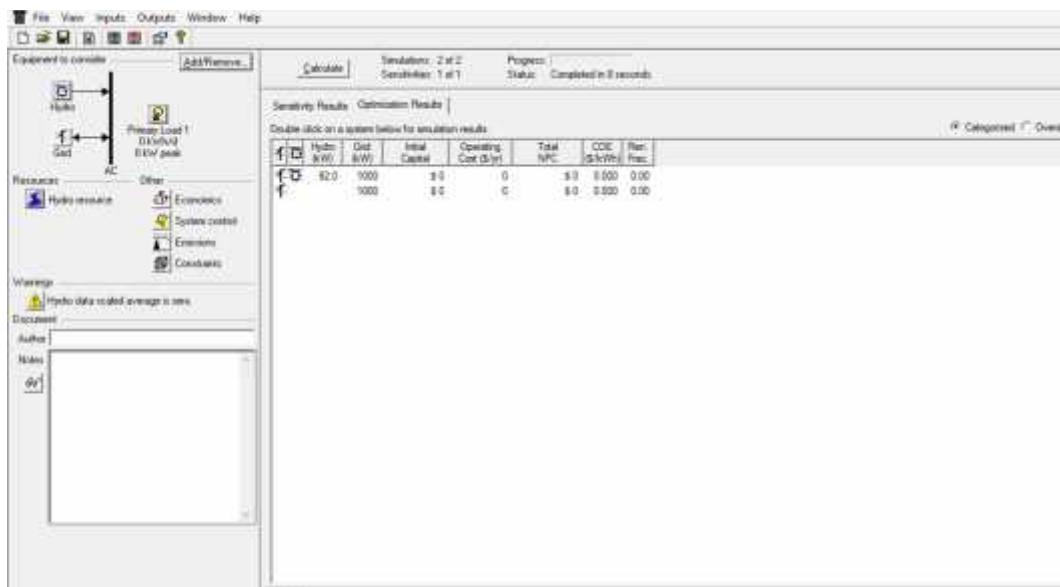
Gambar 2.5 proses memasukkan data hydro power

Sesudah itu, dilakukan proses memasukkan data tentang hydro power yang akan disimulasikan. Data yang akan di inputkan berupa data dari Economic yaitu Capacital cost, Replacement cost, O/M Cost, dan Lifetime. Selanjutnya pada sisi turbin yang harus kita masukan adalah data rancangan turbin yang akan kita simulasikan seperti ketinggian, data debit air, aliran minimal dan maksimal, serta efisiensi dari turbi itu sendiri. Disini HOMER tidak melakukan analisa mengenai jenis turbin yang digunakan.

Dalam proses input data hydro power. Homer melakukan perhitungan pada daya aliran yang disebabkan oleh gesekan pipa pesat. Kemudian untuk data hydro resources yang harus dimasukkan adalah data debir air dalam lite/s setiap bulan dalam satu tahun.



Gambar 2.6 proses memasukkan data hydro resource



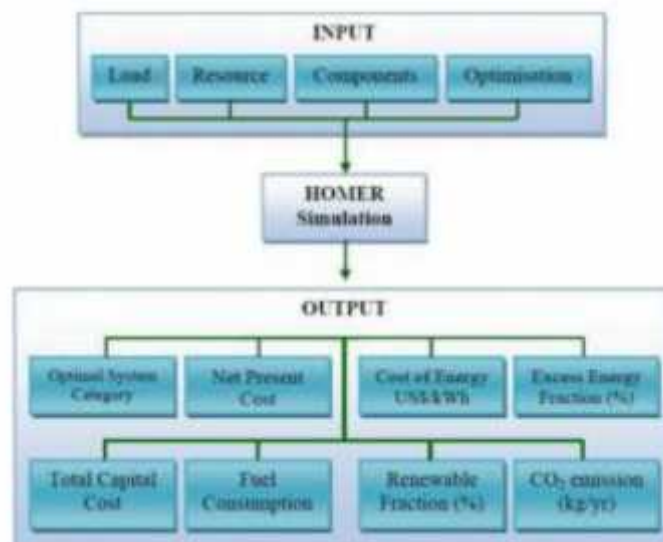
Gambar 2.7 proses perhitungan optimasi

Proses optimasi ini dilakukan untuk memilih konfigurasi suatu pembangkit yang layak dan memiliki nilai ekonomis yang bagus. Dalam memilih konfigurasi HOMER akan mensimulasikan operasi sistem dengan menyediakan perhitungan energi balance. Jika dalam sistem ini mengandung battery dan generator disel/bensin, homer akan memutuskan untuk setiap jamnya. Apakah generator disel/bensin itu beroperasi dan battery diisi atau dikosongkan. Kemudian HOMER menentukan konfigurasi terbaik dan kemudian akan memperkirakan biaya

komponen, biaya instalasi, operasi sistem selama masa operasinya tersebut, biaya penggantian komponen dan lain-lain.

2.3.3 Konfigurasi HOMER

Saat melakukan simulasi, HOMER menentukan semua konfigurasi sistem yang mungkin, kemudian ditampilkan berurutan menurut *net presents costs*-NPC (atau disebut juga *life cycle costs*). Jika analisa sensitivitas diperlukan, HOMER akan mengulangi proses simulasi untuk setiap variable sensitivitas yang ditetapkan.



Gambar 2.8 Bagian Utama Arsitektur HOMER

2.4 Tabel skema biaya investasi

2.2. Tabel skema biaya investasi

Plant capacity (kW)		cost (ECU)	
250	>P> 200	200 x 2250	+ balance x 2250 x 0.548165
500	>P> 250	250 x 2050	+ balance x 2050 x 0.824336
1000	>P> 500	500 x 1870	+ balance x 1870 x 0.817034
2000	>P> 1000	1000 x 1700	+ balance x 1700 x 0.765111
5000	>P> 2000	2000 x 1500	+ balance x 1500 x 0.777918

Tabel skema biaya investasi PLTMH (Layman's guidebook 1997)

Berdasarkan tabel skema diatas, contoh biaya investasi untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan asumsi 2650 kW. Jadi dari tabel diatas dapat diketahui bahwa dengan kapasitas 2650 kW memerlukan biaya sebesar:

$$2000 \times 1500 + 650 \times 1500 \times 0.777918 = 3758470 \text{ ECU atau } 1481/\text{kW}.$$

Dari contoh diatas dapat diketahui bahwa pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan asumsi 2650 kW menggunakan 5000 >P> 2000 karena itu kapasitas maksimal dari skema biaya investasi.