BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Pengeringan

Pengeringan merupakan proses industri yang sering dilakukan seperti pengeringan kertas, makanan, foto, film dsb. dimana aliran gas yang tak berreaksi mengalir dipermukaan produk.Pengeringan merupakan suatu proses perpindahan air secara termal untuk menghasilkan produk kering. Dalam proses pengeringan terjadi perpindahan atau transfer panas dan masa secara simultan. Pada saat suatu bahan dikeringkan terjadi dua proses secara bersamaan yaitu perpindahan energi dalam bentuk panas dari lingkungan ke bahan dan perpindahan air di dalam bahan ke permukaan bahan sebagai akibat dari yang proses pertama (*Brooker et all*/1981). Pengeringan pada dasarnya merupakan proses perpindahan energi yang digunakan untuk menguapkan air yang berada dalam bahan, hingga mencapai kadar air tertentu agar kerusakan bahan pangan dapat diperlambat (Suharto, 1992).

Kadar air suatu bahan menunjukkan jumlah air yang dikandung dalam bahan tersebut, baik berupa air bebas maupun air terikat (*Henderson dan Perry*, 1976). Selama proses pengeringan, kadar air bahan mengalami penurunan, besarnya penurunan kadar air bahan tersebut berbeda-beda sesuai dengan banyaknya air yang diuapkan. Pada saat awal proses pengeringan terjadi penguapan air bebas dan penguapan selanjutnya terjadi pada air terikat. Pada umumnya proses pengeringan terjadi dalam dua tahap laju pengeringan, yaitu laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun. Laju pengeringan konstan terjadi karena gaya perpindahan air internal lebih kecil dari perpindahan uap air pada permukaan bahan (*Brooker et al*, 1981).

Laju pengeringan konstan terjadi pada awal proses pengeringan yang kemudian diikuti oleh laju pengeringan menurun. Periode ini dibatasi oleh kadar air kritis (*critical moisture content*) (*Henderson & Perry*, 1976). Air yang diuapkan terdiri dari air bebas dan air terikat. Air bebas berada dipermukaan bahan dan yang pertama kali mengalami penguapan, bila air di permukaan bahan telah habis ,maka terjadimigrasi air dan uap air dari bagian dalam bahan ke

permukaan bahan secara difusi. Migrasi air dan uap air terjadi karena perbedaan konsentrasi atau tekanan uap di bagian dalam bahan dan bagian luar bahan.

Besarnya laju pengeringan berbeda pada setiap bahan ,penguapan air yang berada di permukaan bahan dipenaruhi oleh kondisi luar yaitu suhu ,kelembaban, kecepatan udara pengering, luas permukaan terbuka dan tekanan. Sedangkan perpindahan air di dalam bahan dipengaruhi oleh keadaan fisik bahan, suhu dan kadar air. Setiap kondisi yang berpengaruh di atas dapat menjadi faktor pembatas pada laju pengeringan (*Mujumdar & Menon*, 1995)

Mekanisme pengeringan dapat diterangkan dengan teori tekanan uap, yakni ; air yang berada dipermukaan bahan yang dikeringkan menguap ke udara , sehingga menghasilkan daerah yang memiliki tekanan uap air yang rendah dipermukaan bahan. Hal ini menyebabkan adanya beda potensial antara bagian peermukaan bahan yang bertekanan uap rendah dengan bagian dalam yang tekanan airnya masih relatif tinggi, sehingga terbentuklah gradien tekanan. Gradien tekanan inilah yang menjadi tenaga pendorong bagi air untuk berpindah dari bagian dalam bahan ke permukaan bahan yang disebut difusi.

Mekanisme pengeringan dapat dijelaskan pula dengan toeri perpindahan massa. Dimana peristiwa lepasnya molekul air dari permukaan bahan tergantung bentuk dan luas permukaan. Bila suatu bahan ,sangat basah/ lapisan air yang menyelimuti bahan itu tebal. Maka akan menarik molekul-molekul air dari permukaan datar.Bila pengeringan diteruskan, kecepatan penguapan air yang lepas dari molekul-molekul akan tetap sama.

2.2. Klasifikasi Pengering

Ada pengering yang beroperasi secara kontinyu (sinambung) dan batch.Untuk mengurangi suhu pengeringan, beberapa pengering beroperasi dalam vakum.Beberapa pengering dapat enangani segala jenis bahan, tetapi ada pula yang sangat terbatas dalam hal umpan yang ditanganinya.

Pembagian pokok pengering (*dryer*) :

1. Pengering (*dryer)* dimana zat yang dikeringkan bersentuhan langsung dengan gas panas (biasanya udara) disebut pengering adiabatik (*adiabatic dryer*) atau pengering langsung (*direct dryer*).

2. Pengering (*dryer*) dimana kalor berpindah dari zat ke medium luar, misalnya uap yang terkondensasi, biasanya melalui permukaan logam yang bersentuhan disebut pengering non adiabatik (*non adiabatic dryer*) atau pengering tak langsung (*indirect dryer*). (*Mc. Cabe*, 2002)

2.3. Konsep Dasar Sistem Pengeringan

Proses pengeringan merupakan proses perpindahan panas dari sebuah permukaan benda sehingga kandungan air pada permukaan benda berkurang. Perpindahan panas dapat terjadi karena adanya perbedaan temperatur yang signifikan antara dua permukaan. Perbedaan temperatur ini ditimbulkan oleh adanya aliran udara panas diatas permukaan benda yang akan dikeringkan yang mempunyai temperatur lebih dingin.
(http://akademik.che.itb.ac.id/labtek/2009/02/modul-202-pengeringan.pdf.)

2.4. Prinsip-prinsip Pengeringan

Banyaknya ragam bahan yang dikeringkan di dalam peralatan komersial dan banyaknya macam peralatan yang digunakan orang, maka tidak ada satu teori pun mengenai pengeringan yang dapat meliputi semua jenis bahan dan peralatan yang ada.Variasi bentuk dan ukuran bahan, keseimbangan kebasahannya (*moisture*) mekanisme aliran bahan pembasah itu, serta metode pemberian kalor yang diperlukan untuk penguapan.
Prinsip – prinsip yang perlu diperhatikan dalam pembuatan alat pengering antara lain :
1. Pola suhu di dalam pengering
2. Perpindahan kalor di dalam pengering
3. Perhitungan beban kalor

4. Satuan perpindahan kalor
5. Perpindahan massa di dalam pengering
(*Mc. Cabe*, 2002)

2.5. Pengaruh Suhu pada Proses Pengeringan.

Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan pangan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat.

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pulaproses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering makin besarenergi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yangdiuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udarapengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfir.

Semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pengeringan, makin tinggi energiyang disuplai dan makin cepat laju pengeringan. Akan tetapi pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, yakni permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan pergerakan air bahan ke permukaan.Hal ini menyebabkan pengerasan permukaan bahan. Selanjutnya air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhalang. Disamping itu penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak daya fisiologik biji-bijian/ benih.

2.6. Laju Pengeringan

Untuk mengetahui laju pengeringan perlu mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan suatu bahan dari kadar air tertentu sampai kadar air yang diinginkan pada kondisi tertentu , maka bisa dilakukan dengan cara :

1. *Drying test* yaitu hubungan antara moisture content suatu bahan dengan waktu pengering pada temperatur, *humidity*, dan kecepatan pengering tetap. Kandungan air dari suatu bahan akan menurun karena adanya pengeringan, sedangkan kandungan air yang hilang akan semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu.

2. Kurva Laju Pengeringan menunjukkan hubungan antara laju pengeringan dengan kandungan air, kurva ini terdiri dari 2 bagian yaitu periode kecepatan tetap dan pada kecepatan menurun.

Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Dengan diketahuinya jumlah uap air yang dikeluarkan dari bahan, maka laju perpindahan air dapat dihitung (*Taib et al.*, 1987):

$$W = \frac{E}{t}$$

Keterangan:

W = laju penguapan air (kgH2O/jam)

E = uap air yang dikeluarkan dari bahan (kgH2O)

t = lama pengeringan (jam)

Laju pengeringan hasil pertanian dengan menggunakan alat pengering buatan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: a) suhudan kelembaban nibsi udara selama proses pengeringan, b) kecepatan aliran udara yang melalui satuan bobot bahan, c) kadar air awal bahan yang dikeringkan, d) jenis bahan yang dikeringkan, e) banyaknya bahan yang dikeringkan, f) suhu udara pengering pada waktu masuk dan keluar dari alat pengering (Pratomo, 1979).

Laju penguapan air dapat ditentukan berdasarkan perbedaan tekanan uap air pada udara yang mengalir dengan tekanan uap air pada permukaan bahan yang dikeringkan . Tekanan uap jenuh ini ditentukan oeh besarnya suhu dan kelembaban relatif udara. Semakin tinggi suhu, kelembaban relatifnya akan turun sehingga tekanan uap jenuhnya akan naik dan sebaliknya. Jika mula-mula bahan

sangatlah basah bila dikontakkan dengan udara yang relatif kering maka akan terjadi penguapan air yang ada pada permukaan bahan tersebut. (*Treybal*,1995)

2.7. Kadar Air Bahan

Kadar air bahan menunjukan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan yaitu berdasarkan basiskering (*dry basis*) dan berdasarkan basis basah *(wet basis).* Dalam penentuan kadar air bahan hasil pertanian biasanya dilakukan berdasarkan basis basah (*wet basis).*

Dalam perhitungan ini berlaku rumus sebagai berikut :

$$MC_{w.b} = \frac{Wa}{Wb} x100\%$$

Dimana Wa, adalah berat air dalam bahan dan Wb, adalah berat basah dari bahan dan MCw.b, adalah kadar air basis basah. Untuk menentukan bobot kering suatu bahan penimbangan dilakukan setelah bobot bahan tersebut tidak berubah lagi selama pengeringan berlangsung. Untuk memperoleh kadar air basis kering dapat digunakan rumus:

$$Md=\frac{Mw}{1 - Mw}$$

Dimana Mw adalah kadar air basis basah (%bb), dan Md adalah kadar air basis kering (%db).

2.8. Gabah

Gabah adalah bulir padi.Biasanya mengacu pada bulir padi yang telah dipisahkan dari tangkainya (jerami).Asal kata "gabah" dari bahasa Jawa gabah. Gambar 2. Gabah Dalam perdagangan komoditas, gabah merupakan tahap yang penting dalam pengolahan padi sebelum dikonsumsi karena perdagangan padi dalam partai besar dilakukan dalam bentuk gabah. erdapat definisi teknis perdagangan untuk gabah, yaitu hasil tanaman padi yang telah dipisahkan dari tangkainya dengan cara perontokan, karena padi/gabah/beras merupakan

komoditas vital bagi Indonesia, Pemerintah memberlakukan regulasi harga dalam perdagangan gabah. Muncullah Istilah-istilah khusus yang mengacu pada kualitas gabah sebagai referensi penentuan harga: Gabah Kering Panen (GKP), gabah yang mengandung kadar air lebih besar dari 18% tetapi lebih kecil atau sama dengan 25% (18%<KA<25%), hampa/kotoran lebih besar dari 6% tetapi lebih kecil atau sama dengan 10% (6%<HK<10%), butir hijau/mengapur lebih besar dari 7% tetapi lebih kecil atau sama dengan 10% (7%<HKp<10%), butir kuning/rusak maksimal 3% dan butir merah maksimal 3%. *Gabah Kering Simpan* (GKS), adalah gabah yang mengandung kadar airlebih besar dari 14% tetapi lebih kecil atau sama dengan 18% (14%<KA<18%), kotoran/hampa lebih besar dari 3% tetapi lebih kecil atau sama dengan 6% (3%<HK<6%), butir hijau/mengapur lebih besar dari 5% tetapi lebih kecil atau samadengan 7% (5%<HKp<7%), butir kuning/rusak maksimal 3% dan butir merah maksimal 3% Gabah Kering Giling (GKG), adalah gabah yang mengandung kadar air maksimal 14%, kotoran/hampa maksimal 3%, butir hijau/mengapur maksimal 5%, butir kuning/rusak maksimal
3% dan butir merah maksimal 3%. Ketentuan-ketentuan itu dipakai Bulog dalam menentukan harga gabah/beras berdasarkan kualitasnya. (htp://id.wikipedia.org/wiki/gabah)

Bilamana terdapat bintik kering dipermukaan benda, maka laju pengeringan mulai menurun siring dengan terjadinya tahanan internal terhadap difusi menjadi signifikan.Pengeringan kemudian berlangsung terus dengan laju yang menurun sampai kondisi ekulibrium tercapai dan konsentrasi uap air mencapai Me. Besarnya Me tergantung dari suhu dan RH sekeliling benda dan ditentukan oleh masing masing benda padat.

Untuk laju pengeringan konstan berlaku hubungan berikut

$$\frac{dW}{dt} = fvA(Ps - Pa) = \frac{fA(Ta - Ts)}{\Delta Hf_g} \qquad (1)$$

Dimana dW/dt adalah laju penguapan (kg/jam)

f=konduktans panas dari lapisan udara pada batas air-udara (W/m^{2o}C)

A= luas permukaan bahan yang dikeringkan (m^2)

Ps=tekanan uap air pada suhu uap pada permukaan bahan Ts (N/m^2)

Pa= tekanan udara sekeliling bahan (N/m^2)

fv= koefisien perpindahan uap air padabatas uap air –udara ($kg/(m^2\ kg\ m/m^2)$)

Δh_{fg}=panas laten uap air pada suhu Ts(kJ/kg)

Ta=suhu udara sekeliling (^oC)

Ts=suhu permukaan air padabahan (^oC)

Pada saat laju pengeringan menurun pada lempeng tak berhingga dengan ketebalan 2b dimana kedua ujungnya diberiisolator sehingga tidak terjadi penguapan, dimana difusi internal dari cairan melalui berbagai bahan bukan granular dapat dinyatakan oleh persamaan berikut, bila pengaruh dari kapiler atau krak tidak signifikan.

$$\frac{\partial M}{\partial t} = D\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} \qquad (2)$$

Untuk kondisi awal ,I.C. pada t=0, 0<x<±b, M=Mo dan kondisi batas B.C. t>0, pada x=±b, M=Me

Maka persamaan (2) dapat dipecahkan menjadi

$$\frac{M - Me}{Mo - Me} = 2\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{(n+1/2)\pi}e^{-(n+1/2)^2\pi^2\alpha Dt/b^2}\cos[(n+1/2)\pi x/b]. \qquad (3)$$

Dan bila dihitung rata-ratanya

$$\frac{\overline{M} - Me}{Mo - Me} = \frac{\int_0^b 2\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{(n+1/2)\pi}e^{-(n+1/2)^2\pi^2\alpha Dt/b^2}\cos[(n+1/2)\pi x/b\,dx}{\int_0^b dx} \qquad (4)$$

$$\frac{\overline{M} - Me}{Mo - Me} = \frac{8}{\pi^2}\left(e^{-Dt\frac{\pi^2}{4b^2}} + \frac{1}{9}e^{-9Dt\frac{\pi^2}{4b^2}} + \frac{1}{25}e^{-25Dt\frac{\pi^2}{4b^2}} + \ldots\ldots\right) \qquad (5)$$

Atau disederhanakan menjadi

$$\frac{\overline{M} - Me}{Mo - Me} = Ae^{-kt} \tag{6}$$

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Untuk benda bulat dengan diameter R pada laju pengeringan menurun berlaku perssamaan berikut

$$\frac{\partial M}{dt} = D_v \{\frac{\partial^2 M}{\partial r^2} + \frac{2}{r}.\frac{\partial M}{\partial r}) \qquad (7)$$

Dimana untuk kondisi awal I.C. pada t=0,0<M<R, M=Mo dan kondisi batas,B.C. padat>0, dimana T dan RH konstan, pada r=R, M=Me.

Sehingga pemecahan pers. (7) menjadi bila diambil ruas pertamanya adalah

$$\frac{\overline{M} - M_e}{M_0 - M_e} = A\exp(-Dv\pi^2 t / r^2) \qquad (8)$$

2.9. Pengering Surya

Hasil optimasi perhitungan biaya minimum dari mesin pengering energi surya yang terdiri kolektor surya, bak pengering dan kipas pengangkut udara panas dengan menmggunakan metoda pengali Lagrange menunjukkaan bahwa biaya komponen terbesar adalah kolektor surya, diikutibak pengering dan yang paling kecil adalah kipas pengangkut udara panas. (Kamaruddin, 1993, Kamaruddin 1995) Karena itu hasil penelitian Kamaruddin tsb. merekomendasikan untuk menggabungkan kolektor surya dengan ruang pengering agar biaya konstruksinya secara drastis dapat dikurangi dan diberi nama pengering surya ICDC (*Integrated Solar Collector and Drying Chamber*).Berdasarkan hasil penelitian diatas, Kamaruddin,dkk menciptakan berbagai konfigurasi pengering surya yang menggunakan bangunan transparan dan plat penyerap radiasi surya yang diletakkan dalam bangunan transparan (Kamaruddin, 2007).

Penelitian mengenai penerapan mesin pengering bertenaga surya khususnya untuk pengeringan gabah masih belum berkembang di negara kita. Beberapa percobaan mesin pengering telah dilakukan oleh Kamaruddin dkk dari Lab EEP IPB (Dyah,dkk.2003,Kamaruddin, 2007), telah mencoba berbagai jenis pengering energi surya baik untuk gabah, kopi, kakao, lada, ikan dll. sejak tahun

1980-an. Kamaruzzaman dkk.dari Malaysia (2003) juga sudah melakukan penelitian walaupun hanya berhenti pada kajian skala laboratorium. Peneliti lain di ASEAN termasuk para peneliti dari Thailand, oleh *Soponronnarit*, (1988), juga telah mencobanya.

Penggunaaan energi surya untuk pengeringan gabah umumnya menggunakan tempat pengeringan berupa bak pengering sedangkan pengering surya ICDC hybrid tipe pancuran yang akan diteliti ini belum banyak mendapat perhatian para peneliti sebelumnya dan merupakan inovasi baru. Begitu juga penggunaan konveyor pneumatik tempat proses pengeringan berlangsung belum banyak di jumpai di literatur. (Kamaruddin,dkk, 2007). Penggunaan konveyor penumatik telah dicoba oleh Hanafi (2006) untuk pengangkutan kedelai dengan menggunakan teori yang dikemukan oleh Hosokawa, dkk (1980) dan oleh *Spivakovsky,A.*1982. Peta jalan pengembangan energi surya termal dimana didalamnya termasuk pengering surya. Sudah juga dikemukakan dalam buku putih Kementrian Ristek (2006), karena itu pengalokasian anggaran untuk pelaksanaan penelitian akan mempercepat pencapaian sasaran prioritas riset dari Buku Putih tsb.

Konfigurasi salah satu pengering surya yang umum digunakan dapat dilihat pada gambar 3.

Sumber : laporan Hibah Kompetensi Pengering Surya Hybrid ICDC (Kamaruddin ,dkk , 2011)

Gambar 3. Contoh mesin pengering tenaga surya, 1).Kolektor,2).Kipas,3).Kabinet atau bak pengering (2012)

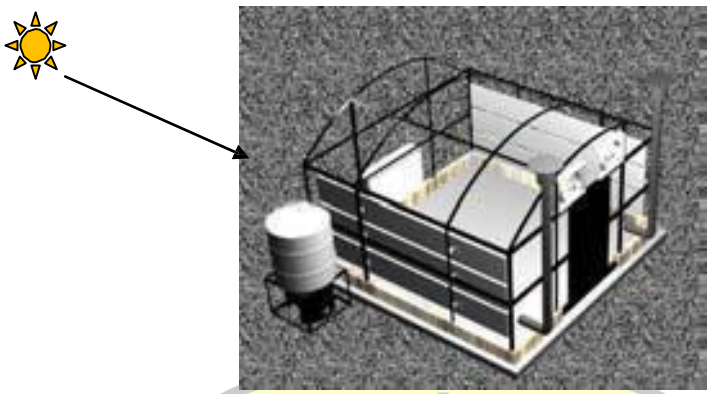
Mesin pengering surya ini terdiri atad kolektor suya pembangkit udara panas (1) yang dengan menggunakan blower (2), udara panas tadi dihembuskan kedalam kabinet (3) untuk mengeringkan bahan.

Adapun bentuk konfigurasi pengering surya ICDCyang sebelumnya disebut Efek Rumah Kaca (ERK) tadi dapat dibagi menjadi beberapa tipe, sbb..

1. Tipe stasioner dimana bahan yang dikering berada dalam keadaan diam selama proses pengeringan berlangsung dan diletakkan dalam bak, kabinet atau rak Wulandani, dkk.2006)
2. Tipe dinamik dimana bahan yang dikeringkan bergerak dan teraduk secara kontinyu seperti dalam drum yang berputar, atau bahan ditaruh diatas rak yang digetarkan.(Nelwan, 1997)
3. Tipe resirkulasi dimana bahan yang dikeringkan mengalir didalam pipa sambil mengalami proses pengeringan (Kamaruddin, 2007)

Sejak beberapa tahun terakhir, istilah ERK kemudian diganti dengan istilah pengering surya ICDC (*Integrated Solar Collector-Drying Chamber*) yang lebih menekankan integrasi bangunan transparan sebagai perangkap radiasi surya dan ruang penegring yang berupa bangunan transparan. Gbr.4 adalah contoh tipikal dari pengering ICDC

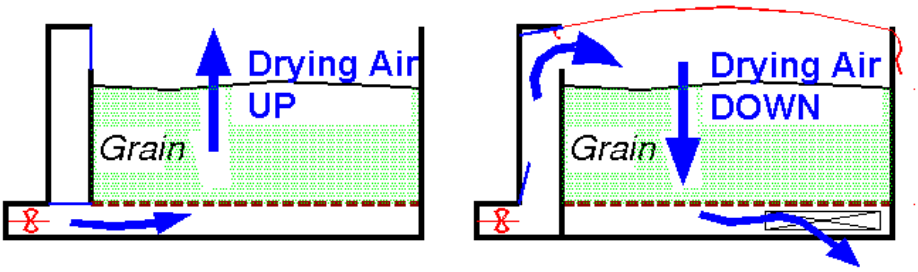
Didalam bangunan transparan yang dibuat dari bahan fiberglas atau polikarbonat dapat ditempatkan bak pengering, rak ataupun drum tempat bahan yang dikeringkan. Pada Gbr 4 ini terlihat kolektor surya berupa plat besi yang dicat hitam ditempatkan pada kedua sisi bangunan transparan. (lihat tanda panah).



Gambar 4. Konfigurasi awal pengering surya ICDC di dalamnya dilengkapi dengan bak dan pemanas tambahan berupa tungku biomassa (Kamaruddin dan Endah, 1995).

Bila bak yang diletakkan dalam bangunan transparan udara pengering dihembuskan melalui plenum (lantai bak yang diberi berlubang). Udara panas dapat dibangkitkan dengan menggunakan tungku biomassa yang dilewatkan melalui penukar panas. Udara panas yang terjadi akibat perpindahan panas dari permukaan kolektor surya dapat dihisap kedalam bak untuk melaksanakan proses pengeringankarena bahan berada dalam keadaan diam. Suhu pengeringan gabah tidak boleh melebihi suhu 45 ^{o}C untuk menghindari keretakan pada bahan yang dikeringkan.

Pada pengering surya dengan menggunakan bak akan terjadi perbedaan kadar air pada kedua lapisan atas dan bawah bak sampai mencapai 4%-6%. *Hien*, dkk(2003) telah mencoba menggunakan metoda memasukkan udara pengering secara bolak balik (*SRA;Say Reversibale Air*) tetapi tetap menghasilkan variasi kadar air antara lapisan atas dan bawah bak sebesar 2%.(Lihat Gbr.5).”



Gambar 5. Pengering Tipe Stasioner/ Tipe Bak dengan arah tiupan bolak balik (*Hien*,dkk, 2003).

2.10. Pengering Surya Hybrid ICDC tipe resirkulasi

Perkembangan akhir penelitian pengering surya adalah yang menggunakan tipe resirkulasi, seperti terlihat pada Gbr.6. Pengering surya ini mempunyai komponen utama berupa bak pemasok (*feedhopper)* berbentuk corong (5), tempat bahan berupa gabah pertama kali di tampung, sistem konveyor pneumatik(4) yang dilengkapi dengan blower sentrifugal (7) dan ruang pengering berbentuk miring (3) yang sekaligus berfungsi sebagai kolektor surya pembangkit udara panas. Di dalam ruang pengering ini terjadi proses pengeringan dimana hasil uapnya akan terbuang keluar oleh hisapan vorteks yang beradapada bagian atas raung pengering. Akibat gaya gravitasi, bahan dari ruang pengering akan jatuh kembali kedalam *feed hopper*. Dari bak ini bahan akan jatuh kembali kedalam konveyor pnumatik, yang akibat hembusan udara panas dari tungku oleh blower bahan akan terangkut secara turbulen. Dalam pipa konveyor ini akan terjadi proses pengeringan sambil terangkut masuk kedalam ruang pengering melalui distributor (2) masuk kembali kedalam ruang pengering yang berbentuk miring. Dari ruang pengering miring akan jatuh secaragravitas kedalam bak pemasok untuk kemudian akan jatuh kembali kedalam konveyor pneumatik. Demikian proses pengeringan berlangsung sampai kadar air akhir tercapai.

Gambar 6. Diagram skematis pengering surya hibrida ICDC tipe resirkulasi.1).Vortekx, 2).Distributor, 3).Ruang pengering ICDC, 4).Konveyor pneumatik, 5).Bak penampung, 7).Tungku pemanas. (Kamaruddin dkk, 2011)

2.11. Study Kelayakan Bisnis Pengering Surya

Study Kelayakan Bisnis merupakan suatu kajian ilmu yang menilai pengerjaan suatu bisnis untuk dilihat layak atau tidak (*feasible or infeasible*) dilaksanakan dengan menempatkan ukuran-ukuran baik secara kualitatif dan kuantitatif yang akhirnya terangkum dalam sebuah rekomendasi. Dalam realita harus diakui jika kajian study kelayakan bisnis dapat dianggap sebagai ukuran dasar yang bersifat rekomendasi. Dengan demikian menggunakan rekomendasi hasil kajian study kelayakan bisnis merupakan ide terbaik sebelum seseorang menyetujui sebuah bisnis menjadi layak untuk dilaksanakan atau bergabung dengan bisnis tersebut.

Salah satu syarat untuk melihat suatu usaha yang akan dibangun dianggap layak atau tidak layak dengan mengkaji dari segi break event point , total cost dan total revenue. (Irham Fahmi, 2014).

Break Event Point adalah tingkat penjualan yang menghasilkan pendapatan yang cukup untuk menutup seluruh biaya tetap dan biaya variabel dari perusahaan .

Titik impas ini meruapakan titik pada saat total pendapatan sama dengan total biaya (*Boone* dan *Kurt*, 2000).

Kelayakan merupakan penelitian yang dilakukan secara mendalam untuk menentukan apakah usaha yang akan dijalankan dapat memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Kelayakan ini juga dapat diartikan bahwa usaha yang dijalankan akan membeikan keuntungan finasial dan non finasial sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Layak ini dimaksudkan akan dapat memberikan keuntungan tidak hanya bagi perusahaan yang menjalankannya tetapi juga bagi ; investor, kreditor, pemerintah dan masyarkat luas. Sedangkan pengertian Bisnis adalah usaha yang dijalankan dengan tujuan utamanya untuk memperoleh keuntungan. Keuntungan yang dimaksud dalam perusahaan bisnis adalah keuntungan finansial. Namun dalam prakteknya perusahaan non profitpun perlu dilakukan study kelayakan bisnis karena keuntungan yang diperoleh tidak hanya dalam bentuk finansial ,akan tetapi juga non finasial. Jadi dengan dilakukannya study kelayakan bisnis akan dapat memberikan gambaran apakah usaha atau bisnis yang diteliti layak atau tidak layak untuk dijalakan.(Kasmir,2012)

Gambar 7. Rata-rata harga gabah di penggilingan menurut kelompok kualitas Februari 2013 – Februari 2014. (BPS, 2014)

Selama Februari 2013 – Februari 2014 rata-rata harga tertinggi Gabah Kering Panen (GKP) dan Gabah Kering Giling ditingkat petani senilai Rp 4.425,22/kg di Februari 2014 dan Rp4.805,64 /kg yang terjadi di Desember 2013

senilai Rp 3.908,11/kg.Sebaliknya rata-rata harga terendah pada seluruh kelompok kualitas gabah terjadi di bulan April 2013 masing-masing GKPsenilai Rp 4.232.08/kg dan gabah kualitas rendah senilai Rp.274,95/kg.

Tabel 4. Harga gabah di lingkungan petani (BPS,2014)

Rata-Rata Harga Gabah di Petani Menurut Kelompok Kualitas dan Kadar Air serta Perubahannya, Februari 2013–Februari 2014

Tahun/ Bulan	GKP			GKG			Rendah		
	Kadar Air (%)	Rata-Rata Harga (Rp/kg)	Perubah-an (%)	Kadar Air (%)	Rata-Rata Harga (Rp/kg)	Perubah-an (%)	Kadar Air (%)	Rata-Rata Harga (Rp/kg)	Perubah-an (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
2013 Feb	17,94	4 265,58	-1,56	12,92	4 724,86	-1,81	26,71	3 475,13	-7,19
Mar	19,16	3 783,15	-11,31	12,75	4 437,56	-6,08	25,94	3 378,06	-2,79
Apr	18,84	3 669,04	-3,02	12,76	4 232,08	-4,63	25,99	3 274,95	-3,05
Mei	18,43	3 802,70	3,64	12,44	4 448,57	5,12	24,60	3 462,40	5,72
Jun	18,22	3 918,21	3,04	12,73	4 503,10	1,23	25,48	3 507,91	1,31
Jul	19,37	3 898,75	-0,50	12,97	4 587,16	1,87	25,61	3 472,02	-1,02
Agt	18,38	3 965,89	1,72	13,06	4 581,08	-0,13	25,20	3 586,91	3,31
Sep	18,72	3 965,92	0,00	12,79	4 627,11	1,00	25,27	3 665,59	2,19
Okt	19,09	4 068,29	2,58	12,72	4 664,40	0,81	25,52	3 852,25	5,09
Nov	19,16	4 165,03	2,38	12,51	4 704,82	0,87	24,80	3 908,11	1,45
Des	18,57	4 228,88	1,53	12,93	4 805,64	2,14	26,13	3 789,29	-3,04
2014 Jan	18,48	4 412,30	4,34	12,85	4 776,26	-0,61	25,28	3 755,19	-0,90
Feb	17,89	4 423,22	0,25	12,77	4 791,95	0,33	26,07	3 780,19	0,67
Perubahan (%) Feb'14 thd Feb'13			3,70			1,42			8,78

Sumber data Skunder : BPS, 2014

Berdasarkan data BPS menunjukkan bahwa dibandingkan Februari 2013 , rata-rata harga GKP ,GKG dengan gabah kualitas rendah di tingkat petani tahun 2014 mengalami peningkatan masing –masing sebesar 3,70 % , 1,42 %, dan 8,78 % .

2.12. Analisis Keekonomian Mesin Pengering / Analisis Cash Flow

Suatu metode yang lazim digunakan dalam studi ekonomi teknik untuk mengevaluasi investasi yang potensial adalah pembiayaan sepanjang umur (*life cycle costing*) Metode ini melibatkan tiga komponen penting ; biaya modal, biaya perawaratan alat dan penghematan bahan bakar yang akan datang. .Dalam pembiayaan sepanjang umur , jumlah biaya modal dan biaya perawatan yang

dinyatakan dalam dollar, dibandingkan dengan nilai sekarang (*present worth*) dari penghematan yang diperkirakan dapat diperoleh dari investasi selama peralatan tersebut dipakai. Selisihnya disebut pendapatan sepanjang umur (*life cycle earnings*) atau kerugian.

Maka tujuan metode tersebut adalah untuk menentukan Apakah penanaman modal awal yang besar dapat diharapakan melebihi manfaat penghematan biaya bahan bakar di masa yang akan datang , karena peralatan surya diharapkan pada kondisi lingkungan yang keras dan karena akses terhadap peralatan tersebut mungkin sulit, maka pengaruh pengeluaran biaya perawatan di kemudian hari hendaknya tidak diperkecil. (Arismunandar, 1995). Payback Period adalah masa atau jangka waktu kembalinya modal yang ditanamkan dalam usaha penggunaan alat dan mesin pertanian yakni pengering surya hybrid ICDC tipe pancuran untuk pengeringan gabah .

Payback period ini juga merupakan suatu metode berapa lama investasi akan kembali atau periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi (*initial cash investment*) dengan menggunakan aliran kas,dengan kata lain payback period ini adalah ratio antara initial cash investment dengan cash flownya yang hasilnya merupakan satuan waktu. Suatu usulan investasi akan disetujui apabila payback periodnya lebih cepat atau lebih pendek dari payback period yang disyaratkan oleh perusahaan (*Van*,2005).

Biaya-biaya usaha tani diklasifikaikan menjadi dua, yaitu (a) Biaya tetap (*fixed cost*) dan (b) Biaya tidak tetap (*variabel cost*). Biaya tetap ini sebagai biaya yang relatif tetap jumlahnya, dan terus dikeluarkan walaupun produksi yang diperoleh banyak atau sedikit. Sedangkan biaya yang tidak tetap adalah biaya total yang besar kecilnya dipengaruhi oleh produksi yang diperoleh. Sebagai contoh sarana produksi, jika menginginkan produksi yang tinggi maka tenaga kerja perlu ditambah, Sehingga biaya ini sifatnya tidak tetap dapat berubah-ubah tergantung besar kecilnya produksi yang diinginkan. (Loekman, 1984).

2.12.1. Biaya Tetap (*Fix Cost*)

Biaya tenaga kerja tidak langsung, penyusutan, bunga bank dan asuransi(Khotimah, 2002).Menurut Irwanto (1980) Biaya tetap adalah biaya yang tidak tergantung dari sistem pemakaian alat mesin tersebut. Dengan kata lain bahwa biaya tetap per jam tidak berubah dengan perubahan jam kerja tiap tahun dari pemakaian alat dan mesin pasca panen tersebut. Ini berarti bahwa biaya ini tetap dihitung sebagai pengeluaran walaupun Biaya tetap adalah suatu biaya yang tidak dipengaruhi oleh naik turunnya produksi yang dihasilkan, seperti alat dan mesin tidak dipergunakan. Komponen biaya ini sama sekali bersifat independen terhadap pemakaian dari pada mesin atau alat. menyatakan bahwa yang termasuk unsur biaya tetap mesin adalah:

a. Depresiasi (Penyusutan)

Penyusutan adalah berkurangnya nilai suatu benda modal karena pemakaian sepanjang umur pakainya akibat berkurangnya fisik benda modal tersebut dan berkurangnya fungsi benda modal. Wijanto (1996) menyatakan bahwa harga pembelian mesin adalah harga mesin sampai di lokasi. Nilai sisa adalah harga jual mesin setelah mencapai umur teknisnya. Nilai sisa diperkirakan senilai 10% dari harga pembelian. Irwanto (1980) menyatakan biaya penyusutan bervariasi menurut umur desain dan perkiraan umur pemakaian dari mesin atau alat. Penyusutan dapat didefinisikan sebagai penurunan (pemerosotan) dari nilai modal suatu mesin atau alat akibat pertambahan umurnya. Biaya penyusutan sering merupakan biaya yang terbesar per jamnya dan juga dapat merupakan penurunan nilai suatu mesin atau alat selama waktu yang terus berjalan tanpa perduli apakah mesin atau alat tersebut dipakai atau tidak. Faktor-faktor yang menyebabkan nilai suatu mesin atau alat dapat merosot adalah:

1) Adanya bagian-bagian mesin atau alat menjadi rusak karena pemakaian tidak dapat bekerja lagi seefektif pada keadaan sebelumnya, umumnya yang dimaksud bagian mesin atau alat disini adalah bagian utama yang tidak ekonomis lagi bila diganti.

2) Adanya peningkatan biaya operasi yang dibutuhkan per unit out put yang sama pada tingkat performance mesin yang sudah terpakai lama dibandingkan dengan yang masih baru.

3) Munculnya mesin atau alat model baru yang lebih efesien dan praktis akibat perkembangan teknologi. Model baru ini mengakibatkan nilai mesin atau alat yang lama menjadi merosot.

4) Adanya pengembangan proyek atau perusahaan. Proyek atau perusahaan yang bertambah besar mengakibatkan mesin atau alat yang ada dan sudah lama menjadi lebih tidak sesuai lagi dengan perkembangannya yang baru, sehingga mesin atau alat yang lama menjadi merosot nilainya.

b. Biaya Bunga Modal

Bunga modal dihitung dengan modal yang dianggap diinvestasikan di tempat lain dengan tingkat bunga tertentu. Irwanto (1980) menyatakan bahwa biaya modal (interest) diperhitungkan untuk mengembalikan bunga modal yang ditanam sehingga akhir umur peralatan diperoleh satu nilai uang yang sama dengan nilai modal yang ditanam.

c. Biaya Pajak Alat/ Mesin Pertanian

Biaya pajak tiap tahun bagi mesin/ alat pertanian sangat bervariasi dari satu negara ke negara lain. Di Amerika diperkirakan beban pajak yang digunakan besarnya sekitar 2% dari harga awal pertahun, sedangkan beban asuransi kira-kira 0 – 24% dari harga awal perubahan. Pada umunya bila diketahui besar pajak maka dapat diperhitungkan pajak dari bunga serta asuransi dijumlahkan tahunnya.

d. Beban Garasi atau Gudang

Beban garasi/ gudang terhadap mesin alat pertanian tidak nyata nilai uangnya tetapi dapat terlihat terhadap alat/ mesin pertanian. Umumnya garasi/

gudang dapat memberikan menejemen yang lebih baik, perbaikan yang mudah dan aman, penampilan yang teratur dan baik, dapat mengurangi kerusakan tehadap alat/ mesin akibat terkena suhu pada cuaca tertentu. Di Amerika Serikat beban garasi/ gudang terhadap mesin/ alat pertanian persamaan diperkirakan 0,5 – 1% dari harga awal pertahun. Umumnya digunakan 1% per tahun untuk mesin/ alat pertanian. Dugaan menunjukkan bahwa beban ini sangat kecil dan kemungkinan dapat diabaikan (Irwanto, 1980).

2.12.2. Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

Menurut Purwandi (1999), biaya tidak tetap adalah biaya operasional yang dikeluarkan untuk berbagai keperluan yang diperlukan untuk menjaga kelancaran operasi alat dan mesin pertanian. Biaya Operasi baru ada, apabila alat dan mesin pertanian dioperasikan dan besarnya pun berbeda-beda tergantung pada jam operasi, jenis pekerjaan, serta usia penggunaan alat dan mesin pertanian. Biaya tidak tetap ini bervariasi menurut pemakaiannya. Unsur biaya tetap terdiri dari :

a. Biaya Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan alat mesin pengering ICDC tipe Pancuran ini dengan menggunakan gas LPG , karena Matahari tidak bersinar pada saat malam hari .

b. Biaya Pelumas

Irwanto (1980) menyatakan bahwa perkiraan penggunaan minyak pelumas (MP) 0,8 liter per HP 100 jam setiap daya mesin. Minyak pelumas untuk mesin meliputi oli mesin, oli transmisi, *oli final drive*, *oli hydraulic*. Biaya oli mesin imaksudkan sebagai jumlah volume oli baru yang diisikan ke dalam mesin tiap periode tertentu.

c. Biaya Perbaikan dan Pemeliharaan Mesin Sumber Tenaga

Soedjatmiko (1997) telah dapat mengestimasikan bahwa biaya perbaikan da pemeliharaan mesin sumber tenaga dianggap tetap karena kerusakannya hanya sekali dalam setahun. Wijanto (1996) menyatakan bahwa biaya perbaikan dan perawatan setiap seratus jam kerja mesin diperkirakan 2 – 4% dari (harga pembelian-nilai sisa). Perawatan dan perbaikan sangat erat dengan operator dan ketersediaan suku cadang. Apabila operator merawat mesin dengan baik sesuai dengan petunjuk penggunaan dan perawatannya maka biaya perbaikan dapat ditekan sampai batas wajar. Akan tetapi, bila operator ceroboh maka dalam waktu singkat dapat terjadi kerusakan mesin yang fatal. Dalam perawatan dan perbaikan mesin maka keterampilan operator, ketersediaan suku cadang, serta pemilihan dan pelatihan kepada calon operator merupakan bahan pertimbangan dalam memilih mesin (Wijanto, 1996).

d. Operator (Tenaga Kerja)

Wijanto (1996) menyatakan bahwa mesin biasanya dilayani oleh dua (2) orang operator secara bergantian. Jumlah jam kerja mereka diperkirakan 8 jam perhari. Irwanto (1980) menyatakan biaya operator per jam tergantung pada keadaan lokal. Besar gaji operator bervariasi menurut lokasi. Besar biaya operator per jam dapat diambil dari gaji operator bulanan atau jumlah pertahun dibagi dengan total jam kerja.

e. Memutuskan rencana pelaksanaan

Menurut Hardjosentono, et al, (1983) mesin-mesin pertanian memiliki jangka waktu yang terbatas dengan harga mesin pertanian yang relatif tinggi. Faktor iklim, kondisi pekerjaan yang dilakukan dan transportasi yang merupakan faktor pembatas. Hambatan-hambatan di lapangan menyebabkan mesin mempunyai masa (jam) kerja yang terbatas dalam setahun. Bila mesin tidak beroperasi maka mendapat kerugian bagi pemilik mesin pertanian, maka pemilik

mesin harus dapat mengatur, mengusahakan dan menyesuaikan pekerjaaan yang dihadapi dengan faktor-faktor penghambat agar mesin mempunyai efesiensi yang tinggi. Semakin besar jam kerja pemakaian mesin, maka semakin baik dan menguntungkan bagi pemilik mesin pertanian tersebut.

f. Metode Perhitungan Titik Impas (*Break Event Point*)

Suatu perusahaan dikatakan break event apabila setelah dibuat perhitungan laba rugi dari suatu periode kerja atau dari suatu kegiatan tertentu, perusahaan itu tidak memperoleh laba tetapi juga tidak mengalami kerugian.

Break event point (BEP) adalah suatu keadaan dimana dalam suatu operasi perusahaan tidak mendapat untung maupun rugi sehingga impas (penghasilan = total biaya) (Apriono , 2009).

Analisis BEP bertujuan menemukan satu titik baik dalam unit maupun rupiah yang menunjukan biaya sama dengan pendapatan. Dengan mengetahui titik tersebut, berarti belum diperoleh keuntungan atau dengan kata lain tidak untung tidak rugi. Sehingga disaat penjualan melebihi BEP maka mulailah keuntungan diperoleh (Iman, 2007).

Sasaran analisis BEP mengetahui pada tingkat volume berapa titik impas berada. Dalam kondisi lainnya, analisis BEP digunakan untuk membantu pemilihan jenis produk atau proses dengan mengidentifikasi produk atau proses yang mempunyai total biaya terendah untuk suatu volume harapan (Iman, 2007).

Metodologi break event analysis sekali lagi menjelaskan bahwa metode ini dapat membantu pengusaha untuk menentukan berapa banyak barang yang harus diproduksi dan penentuan harga per unit agar perusahaan tersebut dapat mencapai titik impasnya sehingga tidak loss. Dan apabila perusahaan ingin bersaing dengan kompetitornya dipasar, maka perusahaan tersebut harus bisa mengatur strategi agar harga yang ditetapkan dapat bersaing tanpa harus menanggung loss, misalnya dengan cara menekan variable cost agar lebih efisien lagi (Febri, 2010).

Setelah kita mengetahui manfaat dari BEP dalam suatu usaha komponen yang berperan adalah biaya, dimana biaya yang dimaksud adalah biaya variabel dan biaya tetap, dimana pada prakteknya untuk memisahkan atau menentukan suatu biaya variabel atau tetap bukanlah pekerjaan yang mudah, Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk keperluan produksi atau tidak, sedangkan biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu unit produksi tetapi jika tidak melakukan kegiatan produksi maka biaya tersebut dianggap tidak ada (Apriono, 2009).

g. Metode Benefit Cost Ratio

Metode benefit cost ratio (B/ C) adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam tahap-tahap evaluasi awal perencanaan investasi atau sebagai analisis tambahan dalam rangka mengvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lainnya. Metode B/ C memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan antara aspek manfaat (Benefit) yang akan diperoleh dengan aspek biaya dan kerugian yang akan ditanggung (cost) dengan adanya investasi tersebut (*Giatman*, 2006).

Metode B/ C didefinisikan sebagai perbandingan (*rasio)* nilai ekivalen dari manfaat terhadap nilai ekivalen dari biaya-biaya. Nama lain rasio B/ C adalah rasio investasi dengan penghematan. Keuntungan atau manfaat (*benefit*) didefinisikan sebagai konsekuensi-konsekuensi proyek yang diinginkan oleh publik. Biaya (*cost*) adalah pembayaran atau pengeluaran keuangan yang dibutuhkan dari pemerintah (Ratnawidja, 2010).

h. Metode Pay back Period

Apabila kita telah mengumpulkan informasi yang diperlukan, kita sekarang dapat menilai atau mengevaluasi layak tidaknya suatu usulan proyek. Karena pengkajian ini hanya membahas berbagai konsep dasar dari pengujian usulan investasi tidaklah berbeda dengan resiko perusahaan saat ini. Tingkat

pengembalian modal memberikan gambaran besarnya jumlah uang yang diterima kembali perusahaan karena melakukan investasi dalam modal yang diukur dalam rupiah pertahun dari setiap rupiah yang diinvestasikan (*Paul et al*., 1985).

Dengan demikian, penerimaan suatu proyek investasi baru tidak akan merubah resiko total perusahaan. Pada pengkajian ini kita hanya akan membahas pendekatan untuk menentukan layak tidaknya suatu usulan investasi tersebut. Pendekatan atau metode-metode tersebut adalah metode payback period pengembalian. *Payback period* menunjukkan berapa lama (dalam beberapa tahun) suatu investasi akan bisa kembali. Payback period menunjukkan perbandingan antara investasi awal dengan aliran kas tahunan. Apabila periode pengembalian kurang dari suatu periode yang telah ditentukan proyek tersebut diterima, apabila tidak proyek tersebut ditolak. Jangka waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi melalui penerimaan–penerimaan yang dihasilkan oleh proyek investasi tersebut juga untuk mengukur kecepatan kembalinya dana investasi (*Hoqqie*, 2009).

Payback period adalah suatu metode berapa lama investasi akan kembali atau periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi (*initial cash investment*) dengan menggunakan aliran kas, dengan kata lain payback period merupakan rasio antara *initial cash investment* dengan cash flownya yang hasilnya merupakan satuan waktu. Suatu usulan investasi akan disetujui apabila payback period-nya lebih cepat atau lebih pendek dari payback period yang disyaratkan oleh perusahaan (Van, 2005).

Menurut *Tandelilin* (2001), tujuan investasi adalah:

1. Untuk Menghasilkan sejumlah uang.
2. Untuk mendapat kehidupan yang lebih layak / baik dimasa yang akan datang.

Menurut Soetrisno (1985) yang menjelaskan tentang kriteria usulan proyek, investasi adalah pengeluaran yang pertama atau ongkos permulaan

proyek, yaitu ongkos yang dikeluarkan mulai studi kelayakan, pembangunan proyek sampai dengan pembukaan proyek .Ongkos / biaya ini disebut dengan project cost (ongkos proyek) atau ongkos permulaan (initial cost). Dalam analisis criteria usulan proyek tahun permulaan proyek ditandai dan disebut dengan tahun ke nol.

Dari berbagai kesempatan investasi, terbuka keuntungan yang berbeda, untuk itu perlu adanya analisis terhadap usulan proyek. Salah satu tujuannya adalah mengadakan penilaian terhadap investasi dan dapat memilih alternatif investasi yang paling menguntungkan (*Gray*, dkk., 1985)

Analisis *Net Present Value* (*NPV*) adalah:

- salah satu metode analisis investasi untuk menentukan layak atau tidaknya investasi pada suatu proyek dengan membandingkan beberapa alternatif investasi dengan menilai konskuensinya pada saat ini.
- Akumulasi dari nilai sekarang dari semua penerimaan bersih (setelah dikurangi oleh pengeluaran / biaya) selama umur investasi.
- Pada analisis *Net Present Value* (NPV) semua pengeluaran dan penerimaan dalam cash flow (aliran kas) yang terjadi di masa yang akan datang dikonversi menjadi Nilai Sekarang (*Present Value*) dan dijumlahkan sehingga diperoleh akumulasi nilai sekarang dari seluruh aliran kas yang terjadi selama umur investasi.
- Dalam masalah keteknikan, kadang kala evaluasi dalam membandingkan alternatif investasi berdasarkan pengeluaran atau biaya dengan asumsi tidak ada perbedaan penerimaan pada masing-masing alternatif. Pada kasus ini , untuk masing-masing alternatif dicari nilai sekarang dari akumulasi pengeluaran (*outflow*) investasi tersebut (*Present Worth* dari

Pengeluaran atau PV). Bandingkan PV dari semua alternatif dan pilih alternatif yang memiliki nilai Present Value dari pengeluaran terkecil

Analisis NPV atau *Present worth* didasarkan pada periode umur ekonomis yang sama. Dengan demikian, proyeksi *cash flow* dari masing-masing alternatif proyek investasi yang dibandingkan harus dibuat dalam lama umur investasi yang sama. Apabila umur ekonomis tidak sama, maka perlu diasumsikan terjadi pengulangan penggantian/pembelian asset.

Dalam analisis ekonomi ini diambil berdasarkan studi pustaka bahwa ada perhitungan dari *Peter J Lunde* dkk (1979) yang mempunyai kelayakan ekonomi yang baik dan dapat dikaji lebih lanjut.

Nilai NPV mesin pengering dapat dihitung, bila diketahui modal awal *P*, nilai sekarang *C*, dari usaha selama *n* tahun dengan nilai bunga modal *i* dapat dinyatakan dengan persamaan berikut,

$$NPV=P-C \tag{9}$$

Bila *F* adalah nilai investasi *P* pada tahun ke *n*, maka nilai *F* dapai dihitung dengan persamaan

$$F=P(1+i)^n \tag{10}$$

Nilai sekarang P dari dana yang didapat pada tahun ke *n*, dengan bunga *i*, adalah

$$P=F/(1+i)^n \tag{11}$$

Bila R adalah nisbah pengembalian modal (*pay back ratio*) yang merupakan nisbah dari modal yang diinvestasikan pada tahun ke -0 terhadap terhadap pendapatan tahunan dari hasil investasi, maka nilai R tsb. dapat dinyatakan sbb.

$$R(i,n)=\{1-(1+i)^{-n}/i \quad ` \tag{12}$$

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Bila nilai nisbah nyatanya kurang dari nilai *R* maka investasi dinyatakan menguntungkan dan bila sama dengan *R*, maka investasi menjadi marginal.ROI (*Return on Invesment*) adalah nilai bunga *i*, yang didapat dari pendapatan hasil investasi pada tahun ke *n* . Jadidari nilai nisbah nyata dari pengembalian modal R pada tahun ke –*n* dapat dihitung nilai *i* yang sama dengan ROI. Bilai nilai ini lebih besar dari bunga bank yang berlaku maka investasi dinyatakan mengiuntungkan. Nisbah B/C adalah nisbah antara keuntungan bersih yang didapat terhadap biaya.