BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Baku Utama dan Penunjang

Bahan baku utama pembuatan Garam Industri dari Garam Rakyat adalah NaCl (85,83%) . Sedangkan bahan baku penunjang pembuatan Garam adalah Na_2CO_3, NaOH, $BaCl_2$ dan H_2O.

2.1.1 Garam Industri

Garam Industri merupakan garam yang digunakan dalam industri tekstil, kulit, pabrik es dan sebagainya. Garam jenis ini memiliki kadar NaCl >95%, Impurities Sulfat maksimum 0,5%, impurities Calcium maksimum 0,2% dan impuries magnesium maksimum 0,3% dengan kadar air 1-5% . Garam Chlor Alkali Plant (CAP) dan industri farmasi memiliki kadar Natrium Clorida (NaCl) diatas 98,5% dengan impurities sulfat , magnesium , Kalium dengan kotoran sangat kecil. CAP memiliki kadar NaCl 98,5% , impurities sulfat maksimum 0,2%, impurities calcium maksimum 0,1% dan impurities magnesium maksimum 0,06%. Garam jenis ini biasanya digunakan untuk proses kimia dasar pembuatan klor dan soda. Pharmaceutical salt memiliki kadar NaCl diatas 99,5% dengan kadar impurities mendekati nol. Garam jenis ini digunakan untuk pembuatan cairan infus serta cairan mesin cuci ginjal serta analisis kimia lainnya (Rusiyanto., R.,2013).



Gambar 2.1 Garam Industri

2.1.2 Garam

Garam adalah komponen penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan sering digunakan sebagai bahan penyedap rasa masakan. Garam Beryodium adalah jenis garam konsumsi yang memiliki kandungan utama Natrium Klorida (NaCl) serta mengandung senyawa Yodium melalui proses Yodisasi serta memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3556-1994. Muftiana (2016) Garam merupakan penambah rasa dalam makanan namun memiliki fungsi yang penting bagi tubuh manusia.

Tabel 2.1 Sifat Fisika dan Kimia Garam

Sifat Fisika	**Sifat Kimia**
Berbentuk Kristal	Massa molar 58,44 gr/mol
Berwarna Putih	densitas 2,16 gr/cm^3
Memiliki Sifat Higroskopis dan mudah larut di air	tingkat kepadatan sebesar 0,8-0,9 gr/cm^3
	Titik lebur 803°C
	Titik Didih 1465°C
	kelarutan di dalam air 35,9 gr/100 ml

Sumber : Sasongkowati (2014)

Garam dapur merupakan media yang telah lama digunakan untuk pemberantasan gangguan akibat kekurangan iodium (Gaki) yaitu dengan Fortifikasi (penambahan) garam menggunakan garam iodida atau iodat seperti KIO_3, KI, NaI dan lainnya. Garam dapur yang digunakan untuk keperluan memasak diperkaya dengan unsur Iodin dengan menambah 5 gr Nal/Kg NaCl (Mulyono, 2009). Garam dapur sebagian berasal dari air laut dan mengandung 95% NaCl. Garam dapur atau garam konsumsi harus memenuhi beberapa syarat yaitu di antaranya fisik yang bersih, berwarna putih, tidak berbau, tingkat kelembaban rendah dan tidak terkontaminasi oleh timbal dan logam berat lainnya.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) : 01-3556-2000 garam dapur harus memenuhi syarat sebagai berikut:

Tabel 2.2 Syarat mutu garam bahan baku untuk Garam Beryodium

No	Parameter	Satuan	Persyaratan Kualitas
1	Keadaan - Bau - Rasa - Warna	- - -	 Normal Asin Putih
2	Natrium Klorida (NaCl)	% (b/b) Adbk	Minimal 94,7
3	Air (H_2O)	% (b/b)	Maksimal 7
4	Bagian yang tidak larut air	% (b/b) Adbk	Maksimal 0,5
5	Timbal (Pb) Tembaga (Cu) Arsen (As) Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 10 Maksimal 10 Maksimal 0,1 Maksimal 0,1
Keterangan : b/b (bobot/bobot) Adbk (Atas dasar bahan kering)			

Sumber : SNI (01-4435-2000)

2.1.3 Manfaat dan Kegunaan Garam

Garam adalah salah satu kebutuhan pelengkap dari kebutuhan pangan serta sebagai sumber elektrolit pada tubuh. Fungsi garam dapat dibedakan menjadi garam iodisasi (garam konsumsi) dan garam non iodisasi (garam industri). Garam Iodisasi merupakan bahan baku produksi (Hartiati, 2014). Industri garam konsumsi beryodium (garam meja) untuk aneka pangan dengan kadar NaCl 94,7% dan pengasinan ikan sedangkan garam non idodisasi digunakan sebagai bahan baku industri antara lain industri soda kostik / Chlor Alkali Plant (CAP) dengan kadar NaCl minimal 97% , Industri farmasi dengan kadar NaCl minimal 99%, Industri kulit, tekstil serta industri pengeboran minyak (Kementerian Perindustrian, 2012 dalam Auliyah, N., 2019).

2.1.4 Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

Natrium karbonat atau yang seing disebut juga sebagai soda abu merupakan garam natrium dari asam karbonat yang mudah larut dalam air. Natrium karbonat murni memiliki warna putih, bubuk tanpa warna yang menyerap embun udara, punya rasa alkalin/pahit yang membentuk larutan alkali yang kuat. Berikut sifat karakteristik Natrium Karbonat sebagai berikut:

Tabel 2.3 Sifat Karakteristik Natrium Karbonat, (Zumdhal, Steven S., 2009)

IUPAC	**Sifat Fisika dan Kimia**
Natrium Karbonat	Rumus Kimia : Na_2CO_3
	Berat Molekul : 105,99 gr/mol^{-1}
	Penampilan :padatan putih
	Bau : Tidak Berbau
	Densitas: 2,54 gr/cm^3 (anhidrat), 2,25 gr/cm^3 (monohidrat), 1,51 gr/cm^3 (heptahidrat) dan 1,46 gr/cm^3 (dekahidrat)
	Titik Lebur : 852°C (1.566°F, anhidrat), 100°C (212°F, dekomposisi monohidrat), 335°C (635°F, dekomposisi heptahidrat) dan 32°C (90°F, dekomposisi dekahidrat)
	Kelarutan dalam Air : Dekahidrat 7 gr/100mL, (0°C), 16,4 gr/100mL (15°C), 34,07 gr/100mL (27,8°C). Heptahidrat 48,69 gr/100mL (34,8°C). Monohidrat 50,31 gr/100mL (29,9°C), 48,1 gr/100mL (41,9°C), 45,62 gr/100mL (60°C), 43,6 gr/100mL (100°C)
	Kelarutan : Tidak larut dalam etanol, aseton, larut dalam gliserol, dimetilformamida
	Kebasaan : 3,67
	Index bias : 1,485 (anhidrat), 1,420 (monohidrat), 1,405 (dekahidrat)

2.1.5 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida sering juga disebut dengan soda api merupakan suatu senyawa anorganik dengan rumus kimia NaOH. Senyawa ini merupakan senyawa ionik berbentuk padatan putih yang tersusun dari padatan Kation Natrium (Na^+) dan anion hidroksida (OH^-). Berikut sifat Fisika dan kimia dari Natrium Hidroksida yaitu:

Tabel 2.4 Sifat Karakteristik Natrium Hidroksida, (Haynes WM ., 2015)

IUPAC	Sifat Fisika dan Kimia
Natrium Hidroksida	Rumus Kimia : NaOH
	Berat Molekul : 39,9971gr/mol^{-1}
	Penampilan :putih, licin dan kristal buram
	Bau : Tidak Berbau
	Densitas: 2,13 gr/cm^3
	Titik Lebur : 323°C (613°F, 596°K)
	Titik didih : 1.388°C (2.530°F, 1.661°K)
	Kelarutan dalam Air : 318 gr/L (0°C), 1000 gr/L (25°C), 3370 gr/L (100°C).
	Kelarutan : Tidak larut dalam gliserol tidak bereaksi dengan amonia, tidak larut dalam eter larut perlahan dalam propilena glikol
	Kelarutan dalam metanol : 238 gr/L
	Kelarutan dalam etanol : <<139 gr/L
	Tekanan Uap : <2,4 kPa (pada 20°C)
	Keasaman (pK_a) : 15,7
	Suseptabilitas magnetik (X) : -15,8.10^{-6} cm^3
	Index bias : 1,3576

2.1.6 Barium Klorida ($BaCl_2$)

Barium klorida merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia $BaCl_2$. Garam ini merupakan salah satu garam Barium yang umum larut dalam air dan bersifat higroskopik membentuk senyawa hidrat $BaCl_2.2H_2O$. Garam ini memiliki karakter padatan berwarna putih, sangat beracun, dan dapat memberikan warna hijau-kuning khas Barium pada uji nyala. Adapun sifat Fisika dan Kimia sebagai berikut :

Tabel 2. 5 Sifat Karakteristik Barium Klorida, (Haynes WM ., 2015)

IUPAC	Sifat Fisika dan Kimia
Barium Klorida	Rumus Kimia : $BaCl_2$
	Berat Molekul : 208,23gr/mol (anhidrat), 244,46 gr/mol (dihidrat)
	Penampilan :padatan putih
	Densitas: 3,856 gr/cm^3 (anhidrat), 3.0979 gr/cm^3 (dihidrat)
	Titik Lebur : 962°C (960°C, dihidrat)
	Titik didih : 1560°C
	Kelarutan dalam Air : 31,2 gr/100mL (0°C), 35,8 gr/100mL (20°C), 59,4 gr/100mL (100°C).
	Kelarutan : larut dalam metanol, tidak larut dalam etanol, etil asetat.

2.1.7 Air (H_2O)

Air adalah senyawa kimia yang merupakan hasil ikatan dari unsur hidrogen (H_2) yang bersenyawa dengan unsur oksigen (O) dalam hal ini membentuk senyawa H_2O. Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri (W. Armansyah, 2015).

Menurut R.H. Perry (1997), sifat fisik air antara lain:

- Rumus molekul : H_2O
- Berat molekul : 18,016 gr/mol
- Bentuk/warna : Cair/tidak berwarna
- Spesifik gravity : 1,00 (cair) dan 0,915 (padat)
- Titik leleh : 0^oC
- Titik didih : 100^oC

Menurut D. Fitriani (2012), sifat kimia air antara lain:

- Molekul air berbentuk seperti huruf V disebabkan karena:
  1. Struktur geometrinya yang tetrahedral (109,50).
  2. Keberadaan pasangan elektron bebas pada atom oksigen.
- Bersifat polar karena adanya perbedaan muatan.
- Sebagai pelarut yang baik karena kepolarannya.
- Bersifat netral (pH=7) dalam keadaan murni.

2.2 Jenis Proses

2.2.1 Proses *Vacuum Pan Crystallizer*

Bahan baku yang digunakan pada proses ini yaitu garam kasar (brine). Kandungan yang terdapat di dalam brine yaitu *Sodium Chloride, Calcium Sulfat, Calcium Clorida* dan *Magnesium Clorida.* Perlakuan pertama yang dilakukan yaitu dengan melakukan proses aerasi pada bahan baku bertujuan untuk menghilangkan H_2S dalam brine. Brine dari proses aerasi dipompa ke tangki pendapan untuk mengendapkan kalsium, magnesium dan ion ferri. Proses pengendapan dibantu dengan campuran caustic soda, soda ash dan brine sehingga diperoleh larutan garam. Setelah dilakukan proses pengendapan kemudian larutan garam dipekatkan menggunakan *(multiple effect evaporator).* Larutan garam pekat dari proses evaporasi dicuci dengan *Saturated Brine.* Kristal garam dari filter dikeringkan dan diayak menggunakan screen.

2.2.2 Proses Rock Salt Mining

Rock salt merupakan garam yang didapat dari garam tambang. Garam deposit memiliki berbagai macam warna mulai dari yang terang hingga coklat. Kemurnian garam yang diperoleh dari proses ini sekitar 99,4%. Setelah diperoleh rock salt atau batuan garam, kemudian garam tersebut dihancurkan didalam tambang dan dihancurkan lagi dipermukaan. Untuk memperoleh ukuran yang bermacam – macam maka dilakukan proses grinding hingga dihasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan. Produk ini biasanya digunankan pada industri ice cream dan pengasinan.

2.2.3 Proses Open Pan

Proses open pan disebut juga proses Grainer. Dimana grainer yang digunakan berupa plat open pan dengan ukuran lebar 15 hingga 20 ft, panjang 150 hingga 200 ft dan kedalaman sekitar 2 ft. Air laut di jenuhkan dengan cara memanaskan nya dengan heater pada suhu 230°F (110°C). Larutan brine yang panas selanjutnya di umpankan ke graveller berfungsi untuk memisahkan kalsium sulfat yang terdapat didalam brine. Larutan brine kemudian didinginkan menggunakan flasher dengan suhu yang dijaga agar sodium chloride kondisi larut dalam air. Larutan brine selanjutnya di umpankan ke open pan untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga terbentuk kristal garam. Tahap selanjutnya yaitu memisahkan kristal dari mother liquor dengan centrifuge. Kemudian dikeringkan dan diayak menggunakan screen. Pembuatan garam dengan sitem open pan ini menghasilkan kristal garam yang memiliki ukuran relatif besar dan masih banyak mengandung kotoran serta membutuhkan panas yang tinggi sehingga biaya operasional nya relatif mahal.

Setelah dipertimbangkan dari tiga proses yang dilakukan maka yang akan digunakan dalam pra rancang bangun adalah Proses *Vacuum Pan Crystallizer* dengan pertimbangan bahan baku mudah ditemui didalam negeri, produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar pasar serta tidak boros energi.

2.3 Seleksi Proses

Tabel 2.3 Perbandingan proses pembuatan garam Industri

Parameter	Jenis proses		
Bahan baku	Vacuum pan crystallizer	Rock Salt mining	Open pan
Bahan baku	Garam rakyat	Garam tambang	Air laut
Bahan penunjang	Air, Na_2CO_3, NaOH, $BaCl_2$	-	steam
Yields	99,8 %	99,4%	99%
Peralatan	mahal	Sederhana	mahal
Efisiensi steam	Efisien	-	boros

2.3.1 Uraian Proses

1. Proses Pemurnian

Bahan Baku yang digunakan adalah garam rakyat yang disimpan dalam gudang bahan baku. Selanjutnya bahan baku diangkut menggunakan belt conveyor kemudian diteruskan menuju bucket elevator untuk dialirkan menuju hopper. Didalam hopper bahan baku turun menuju tangki pelarutan untuk dilarutkan dengan air proses sehingga menjadi larutan garam dengan konsentrasi 16%. Proses pelarutan garam bertujuan untuk memudahkan proses pemurnian dari pengotor. Zat pengotor dalam garam rakyat yaitu $CaSO_4$, $MgCl_2$, $MgSO_4$ dan Na_2SO_4. Dari tangki pelarut selanjutnya larutan garam dipompa dengan pompa sentrifugal menuju reaktor untuk dilarutkan dengan larutan reagen berupa Na_2CO_3, NaOH, $BaCl_2$ untuk menghilangkan pengotor dalam garam.

Larutan garam dipompa menuju reaktor 1 dan ditambahkan dengan reagen Na_2CO_3 berfungsi mengikat pengotor $CaSO_4$ yang terkandung dalam reaksi 1. Kemudian larutan garam dipompa menuju reaktor 2 dan ditambahkan reagen NaOH. Dimana reagen ini berfungsi sebagai pengikat pengotor $MgCl_2$ dan $MgSO_4$ dalam larutan garam (reaksi 2-3). Selanjutnya dipompa menuju reaktor 3 dan ditambahkan reagen $BaCl_2$ untuk mengikat pengotor berupa Na_2SO_4 (reaksi 4).

Reaksi – reaksi yang terjadi sebagai berikut :

Reaksi 1

$$CaSO_{4(Aq)} + Na_2CO_{3(Aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(Aq)} + CaCO_{3(S)}$$

Reaksi 2

$$MgCl_{2(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \rightarrow 2NaCl_{(Aq)} + Mg(OH)_{2(S)}$$

Reaksi 3

$$MgSO_{4(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(Aq)} + Mg(OH)_{2(S)}$$

Reaksi 4

$$NaSO_{4(Aq)} + BaCl_{2(Aq)} \rightarrow BaSO_{4(Aq)} + NaCl_{(S)}$$

Selanjutnya slurry yang keluar dari reaktor 3 dialirkan menuju tangki flokulator. Didalam tangki flokulator dilakukan penambahan koagulan berupa PAC (*Poly Aluminium Chloride*) berfungsi untuk mempercepat proses pembentukan flok atau penggumpalan pada endapan. Hasil keluaran dari tangki flokulator selanjutnya dipompa menuju *Thickener* berfungsi untuk proses pengendapan padatan berupa $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$ dan $BaSO_4$. Didalam *Thickener* terjadi pemisahan sludge dengan filtrat. Sludge yang dihasilkan dialirkan ke waste treatment dan filtratnya dialirkan ke tangki netralisasi. Didalam tangki netralisasi akan dilakukan penambahan HCl yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan NaOH yang tertinggal dalam larutan garam. Kemudian larutan garam akan dipompa menuju ke Evaporator.

Reaksi yang terjadi didalam tangki netralisasi yaitu :
Reaksi 5

$$HCl_{(Aq)} + NaOH_{(Aq)} \rightarrow NaCl_{(Aq)} + H_2O_{(S)}$$

2. Proses Evaporasi dan Kristalisasi

Larutan garam dari tangki netralisasi selanjutnya dipekatkan menggunakan *double effect evaporator* hingga mencapai kondisi *Saturated brine.* Larutan garam dialirkan dari evaporator badan (I) kemudian menuju badan (II). *Double effect evaporator* memiliki keuntungan yaitu pada *Steam Economy*. Pada evaporator badan (I) beroperasi pada suhu 134°C pada tekanan 3 atm. Larutan garam yang dipanaskan menggunakan steam sehingga menyebabkan air dalam larutan garam mendidih dan menguap. Sebagian uap terkondensasi menjadi kembali menjadi air. Panas yang dihasilkan oleh penguapan evaporator badan (I) digunakan untuk memanaskan larutan garam yang masuk pada evaporator badan (II). Pada evaporator badan (II) beroperasi pada suhu 110°C dengan tekanan 1,4 atm. Konsentrasi NaCl pada efek (I) adalah 25% sedangkan pada efek (II) adalah 50%.

Larutan garam yang telah dipekatkan pada evaporator selanjutnya menuju *Vacuum pan crystallizer* larutan garam akan dikristalkan dengan di vakum. *Vacuum pan crystallizer* beroperasi pada suhu 70°C dengan tekanan 0,3 atm. Air yang ada pada larutan garam mulai menguap karena tekanan rendah.Uap air yang dihasilkan akan dihisap atau dikeluarkan dari *vacuum pan crystallizer* menggunakan steam *jet ejector* untuk dikondensasikan. Proses penguapan ini akan dikondensasikan. Dimana pada proses penguapan ini akan mengkonsentrasikan larutan garam dan menjadikan garam dalam bentuk padatan didalam pan. Ketika konsentrasi garam didalam larutan garam mencapai titik jenuh maka garam akan mulai mengkristal. Hasil dari proses *vacuum pan crytallizer* yang berupa campuran kristal dan *mother liquor* selanjutnya didinginkan pada cooler hingga mencapai suhu 30°C, selanjutnya dialirkan menju *Centrifuge* berguna untuk memisahkan antara *mother liquor* dengan kristal, kemudian mother liquor ditampung pada tagki penampungan yang selanjutnya ditreatment kembali diutilitas sedangkan kristal garam dialirkan menuju *rotary dryer* dengan menggunakan *Screw conveyor*.

3. Proses Pengeringan produk

   Didalam *rotary dryer* kristal garam mengalami proses pengeringan. Kadar air kristal garam keluar dari *Rotary dryer* maksimal 0,05%. Kristal garam dimasukkan kedalam silinder yang berputar kemudian bersamaan dialirkan udara panas yang dihasilkan dari blower yang telah dipanaskan didalam heater. Kristal garam dari *rotary dryer* diumpankan *Cooling conveyor* untuk didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 30°C lalu diumpankan pada *bucket elevator. Selanjutnya kristal Sodium cloride* ke ball mill untuk dihaluskan hingga menghasilkan ukuran 80 mesh. Kemudian kristal dimasukkan ketangki produk.

4. Mekanisme Reaksi

   Berdasarkan deret volta :

   Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, **Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au.** Maka ion yang bereaksi terlebih dahulu Ca, Na lalu Mg. Dari deret volta tersebut terlihat reaksi bergerak kearah kanan yang artinya pada reaksi tersebut terrjadi reaksi reduksi.

   Sehingga reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

   Reaksi 6

   $$CaSO_{4(Aq)} + Na_2CO_{3(Aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(Aq)} + CaCO_{3(S)}\downarrow$$

   Reaksi 7

   $$MgSO_{4(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(Aq)} + Mg(OH)_{2(S)}\downarrow$$

   Reaksi 8

   $$MgCl_{2(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \rightarrow 2NaCl_{(Aq)} + Mg(OH)_{2(S)}\downarrow$$

   Reaksi 9

   $$NaSO_{4(Aq)} + BaCl_{2(Aq)} \rightarrow BaSO_{4(Aq)}\downarrow + NaCl_{(S)}$$

   Impurities Ca dalam garam yang berupa Kalium Sulfat akan bereaksi terlebih dahulu dengan Natrium Karbonat. Maka reaksi ini menghasilkan larutan Natrium Sulfat dan endapan Natrium Karbonat. Selanjutnya impurities Mg dalam garam berupa magnesium sulfat dan magnesium klorida akan bereaksi dengan reagen Natrium Hidroksida. Reaksi ini menghasilkan Natrium Klorida (garam), larutan Natrium Sulfat dan endapan Magnesium Hidroksida. Larutan Natrium Sulfat yang terbentuk dari reaksi – reaksi tersebut akan dihilangkan dengan menambahkan reagen Barium Klorida. Reaksi tersebut menghasilkan larutan Natrium Klorida (garam) dan endapan Barium Sulfat. Larutan Natrium Klorida (garam) akan dibawa menuju proses selanjutnya sedangkan endapan yang terbentuk akan dibawa menuju pengolahan limbah.

2.4 Instrumentasi, K3 Dan Utilitas

2.4.1 Instrumen

Instrumentasi adalah bagian yang sangat penting dalam mendirikan sebuah peralatan kontrol secara otomatis yang digunakan untuk menghasilkan produk yang terbaik dan pabrik. Instrumentasi merupakan indikator, recorder, dan pengontrol. Penggunaan instrumen ini juga untuk mengurangi tenaga kerja. Instrumen pra rancang bangun pabrik pada garam nipah ini bertujuan untuk:

1. Kondisi operasi suatu peralatan tetap terjaga pada kondisi yang aman
2. Rate produksi diatur dalam batas yang direncanakan
3. Membantu mempermudah pengoperasian dan pengontrolan alat
4. Lebih menjamin efisiensi dan keselamatan kerja

Instrumen yang digunakan ada peralatan pra rancang bangun pabrik Garam industri dari garam rakyat yaitu :

Peralatan kontrol yang umumnya digunakan pada pabrik adalah (Considine, 1985):

1. *Temperature Controller* (TC), berfungsi untuk mengontrol temperatur operasi suatu unit proses.
2. *Flow Controller* (FC), berfungsi untuk mengontrol laju aliran yang ada di dalam alat selama proses berlangsung.
3. *Level Controller* (LC), berfungsi untuk mengontrol dan mengatur ketinggian cairan pada suatu unit proses.
4. *Pressure Control* (PC), berfungsi mengendalikan atau mengatur tekanan operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.
5. *DC (Direct Current)* Untuk mengontrol kecepatan putaran pengaduk.

Tabel 2.4.1Pemasangan Alat Control

Instrumen	**Alat**
TC (*TemperatureControl*)	Evaporasi dan Kristalisasi
FC (*Flow Control*)	Tangki Netralisasi
LC (*Level Control*)	Kristalisasi, Mixer I , Mixer II
DC (Direct Current)	Mixer I, Mixer II

Hal-hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam memilih instrumentasi adalah harus merencanakan pemilihan alat dan tempat pemasangan agar alat tersebut setelah terpasang bisa dihindarkan dan sifat-sifat instrumen harus diingat dan harus dipilih dengan kriteria *reability* dan *maintenanbility*. Harus diperhatikan bahwa bila *reability* makin tinggi maka material instrumen cost makin rendah.

2.4.2 Keselamatan Kerja (K3)

Keselamatan kerja dalam suatu pabrik harus mendapatkan perhatian yang cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan kelancaran kerja, yakni harus bebas dari kecelakaan, kebakaran dan penyakit. Keselamatan kerja pun sudah diatur dan dipertegas melalui UU No.1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. Usaha keselamatan kerja dengan baik dan teratur, secara psikologis akan membuat para pekerja merasa aman dan senang sehingga meningkatkan konsentrasi para pekerja terhadap pekerjaannya, dengan demikian produktivitas dan efisiensi kerja meningkat. Keselamatan kerja ini juga tidak hanya bagi manusia atau karyawan yang bekerja melainkan juga keselamatan dari alat-alat yang digunakan dalam pra rancang bangun ini. Terpeliharanya alat-alat dengan baik maka dapat memperpanjang masa pemakaian alat-alat tersebut. Pabrik yang ekstrem di mana banyak terdapat peralatan-peralatan yang bersuhu tinggi, berdimensi besar, listrik bertegangan tinggi, bahan kimia yang beraneka macam yang dapat berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja. Pengendalian keselamatan kerja berdasarkan kecelakaan atau bahaya kerja yang berpotensi terjadi dalam pra rancang bangun dan harus diperlihatkan dalam perencanaannya, yaitu bahaya kebakaran atau ledakan, bahaya mekanik dan bahaya terhadap kesehatan.

Beberapa sifat yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja antara lain :

a) Lingkungan fisik

   Meliputi mesin, peralatan dan lingkungan kerja yang dapat disebabkan oleh kesalahan perencanaan, arus, kerusakan alat, kesalahan pembelian, kesalahan dalam penyusunan dari peralatan dan lain-lain.

b) Latar belakang pekerja

   Sifat yang tidak baik dari para pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya. Sifat-sifat tersebut antara lain tidak cocoknya manusia terhadap mesin atau lingkungan kerjanya, kurangnya pengetahuan dan keterampilan, ketidakmampuan fisik dan mental serta kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja dan faktor-faktor lainnya.

c) Sistem manajemen rancang bangun

Sistem manajemen ini merupakan unsur penting karena menjadi pengatur kedua unsur diatas. Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja, antara lain prosedur kerja yang tidak diterapkan dengan baik dan kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi alat.

Selain itu juga, harus adanya alat pelindung diri untuk menjaga dari bahaya kecelakaan kerja yang mungkin terjadi antara lain seperti :

Tabel 2.4.2 Peralatan Pelindung Diri

No	Peralatan Pelindung Diri	Area
1.	*Safety helmet*	Semua unit proses
2.	Masker	Gudang bahan baku dan bagian proses
3.	Sarung tangan	Semua unit proses
4.	Sepatu karet (boot)	Semua unit proses
5.	Pemadam kebakaran	Gudang, bagian proses dan stroge
6	Kaca pengaman (safety glasses)	Bengkel

Di samping itu, perusahaan juga melakukan upaya untuk menunjang menjamin keselamatan kerja para karyawan dengan tindakan seperti memasang penerangan dan ventilasi yang baik, sistem pemipaan yang teratur dan menutup motor-motor yang bergerak, memasang tanda-tanda bahaya dan instruksi keselamatan kerja di tempat yang aman, serta menyediakan sarana pemadam kebakaran yang mudah dijangkau dan pengaturan peralatan yang baik sehingga para pekerja dapat mengoperasikan peralatan dengan baik.

2.5 Utilitas

Unit utilitas merupakan unit penunjang bagi unit-unit lain dalam suatu pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal sampai produk akhir. Unit utilitas yang digunakan pada Pra Rancang Bangun Pabrik Garam Industri dari garam rakyat terdiri atas.

1. Pengelolaan Air Bersih

   Air bersih merupakan air yang memiliki karakteristik: fisik, yaitu tidak berwarna (jernih), tidak berbau dan tidak berasa, kimia yaitu tidak memiliki senyawa beracun, dan biologis, yaitu tidak mengandung kuman atau bakteri patogen. Proses pengolahan air bersih dimulai dengan penyaringan air sungai pada filter untuk menyingkirkan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti sampah plastik, daun, ranting, dan lainnya. Air bersih berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang sudah dipenuhi sedangkan dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi.

   a. Air Proses

      Sebagian air bersih dari bak penampungannya dialirkan oleh pompa air menuju peralatan proses yang membutuhkan. Air proses merupakan air yang digunakan sebagai bahan baku dan bahan pembantu dalam proses pembuatan Garam industri dari garam rakyat.

   b. Air Sanitasi

      Air sanitasi digunakan untuk keperluan karyawan seperti MCK (mandi, cuci, dan kakus) dan lainnya, laboratorium, taman, pemadam kebakaran dan sebagai cadangan air. Syarat air sanitasi meliputi suhu di bawah suhu kamar dan berwarna jernih, tidak mengandung zat-zat kimia beracun dan bakteri atau kuman terutama bakteri *E.coli* dan patogen.

   c. Air Pendingin

      Air pendingin berfungsi sebagai media pendingin pada unit perpindahan panas. Air dingin diperoleh dari proses *cooling tower*. Pemilihan air sebagai media pendingin dikarenakan air merupakan materi yang banyak dan mudah didapat, mudah dikendalikan dan diolah, dapat menyerap panas dalam jumlah yang besar, tidak mudah menyusut karena pendinginan dan tidak mudah terkondensasi.

d. Air Umpan Boiler (*Demin Water*)

Air umpan boiler atau air demin merupakan air bersih yang bebas dari kesadahan (*hardness*). Hal yang dilakukan untuk menghilangkan kesadahan air adalah melalui proses pelunakan (*softening*) pada unit *kation exchanger* dan *anion exchanger*. Air umpan *boiler* merupakan air baku untuk menghasilkan *steam* yang sebelumnya telah dilunakkan terhadap kandungan mineral di dalamnya. Air umpan diperoleh dari air yang telah ditreatment menggunakan exchanger.

2. Unit Penyediaan Steam

Steam diperoleh dari hasil masakan air dari boiler. Boiler adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan uap air, sumber tenaga atau sumber pemanasan. Boiler berfungsi sebagai alat pendidihan (pemasakan) air untuk menghasilkan uap (steam).

3. Unit Penyediaan Air Dingin (Cooling Tower)

Menara pendingin (*cooling tower*) merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan suhu aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfir.

4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Solar digunakan untuk menjalankan generator set dengan pertimbangan antara lain karena harga yang relatif murah serta mudah didapat, viskositas relatif rendah, *heating valuenya* relatif rendah dan tidak menyebabkan kerusakan pada alat.

5. Unit Penyediaan Listrik

Suplai listrik pada pra rancangan pabrik garam nipah ini bersumber dari pembangkit listrik nasional (PLN), serta disiapkan juga generator sebagai sumber cadangan bila terjadi pemadaman/gangguan arus listrik dari PLN. Tenaga listrik dipergunakan untuk menggerakkan motor unit proses, unit utilitas, penerangan, instrumentasi dan lainnya.

2.5 Lokasi Pendirian Pabrik

Lokasi pabrik mempengaruhi kemajuan pabrik pada masa produksi dan masa mendatang, karena berpengaruh pada faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemborosan yang terjadi sering kali disebabkan oleh penentuan lokasi pabrik yang tidak tepat, sehingga dapat menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi. Pabrik Garam Industri ini direncanakan akan didirikan di **Kabupaten Sumenep Madura, Provinsi Jawa Timur**, dikarenakan berdekatan dengan Bahan Utama Garam Rakyat dimana memungkinkan supplay bahan baku yang melimpah sehingga tidak perlu membeli bahan baku dari tempat lain serta meminimalisir biaya pembelian bahan baku sehingga produksi garam industri bisa lebih optimal. Masyarakat diperkirakan dapat menerima pembangunan pabrik karena dapat menjadi lapangan pekerjaan bagi masyarakat dan sebagai kabupaten dengan berdirinya pabrik garam industri sehingga meningkatkan nilai jual garam lokal dan dijadikan peluang kerja serta pendapatan tambahan bagi warga lokal.



Gambar 2.2 Peta Lokasi Pabrik Kabupaten Sumenep Madura, Provinsi Jawa Timur