

## BAB VI UTILITAS

### VI.1 Pengadaan dan Kebutuhan Air

#### VI.1.1 Unit *Sea Water Intake*

Unit ini berfungsi untuk menyediakan bahan baku air untuk keperluan air pendingin dan bahan baku proses. Sumber utama air yang dipakai untuk kebutuhan di Pabrik-2 berasal dari air laut. Agar air ini dapat memenuhi kebutuhan yang diperlukan oleh pabrik, maka air ini harus di *treatment* terlebih dahulu. Unit ini meliputi *sea water intake*, klorinasi, dan *sweet cooling water*. Air laut digunakan sebagai pendingin, umpan unit desalinasi dan umpan klorinasi. Air laut disuplai di *pump house*. Sebelum dipompkan, air laut dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran-kotoran. Bahan baku air proses dan bahan baku unit klorinasi. Debit normal air laut sebesar 31.500 m<sup>3</sup>/jam dengan rincian distribusi :

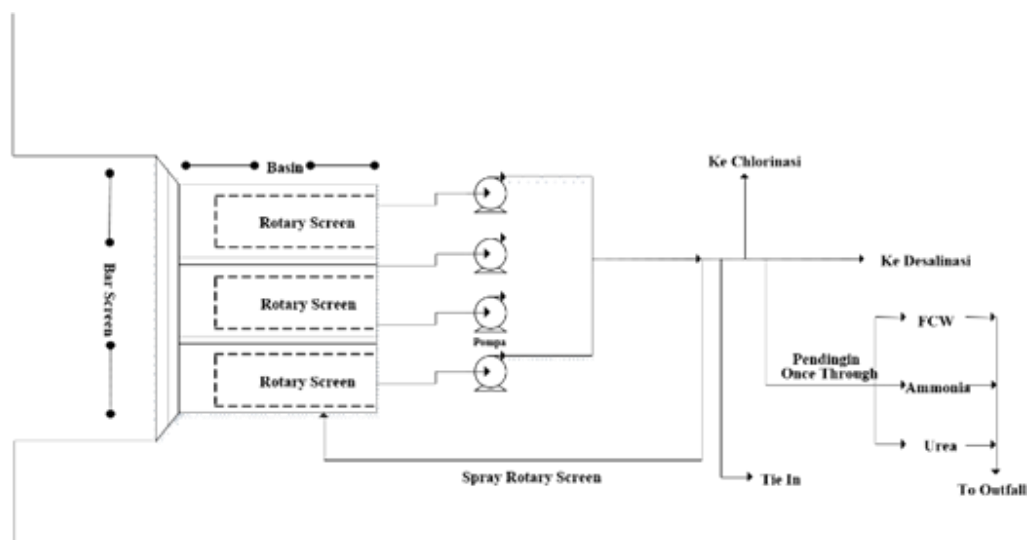
Tabel VI.1 Rincian distribusi

| No.    | Fungsi                             | Rate   | Satuan              |
|--------|------------------------------------|--------|---------------------|
| 1.     | Sebagai pendingin                  | 28.850 | m <sup>3</sup> /Jam |
| 2.     | Sebagai umpan di desalination unit | 2.600  | m <sup>3</sup> /Jam |
| 3.     | Sebagai umpan di chlorination unit | 50     | m <sup>3</sup> /Jam |
| Jumlah |                                    | 31.500 | m <sup>3</sup> /Jam |

Kebutuhan air laut di Pabrik 2, antara lain :

1.  $\pm 85\%$  digunakan sebagai air pendingin
2.  $\pm 15\%$  digunakan untuk umpan unit desalinasi
3. 50 m<sup>3</sup>/jam untuk unit chlorinasi.
4. *Spray rotary screen*
5. Pendingin *lubricant* dan *sealing* pompa

Analisa laboratorium dilakukan 2 kali per minggu oleh laboratorium control dan dicatat dalam buku analisa laboratorium oleh operator panel air. Sample diambil dari *discharge* pompa air laut.



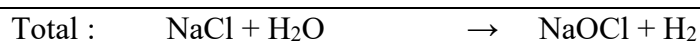
Gambar VI.1 Unit Sea Water Intake

Air laut masuk sistem melalui *intake sea water* dan dilakukan injeksi NaOCl secara kontinu sehingga kadar air 1 ppm. injeksi diharapkan dapat menghambat pertumbuhan algae dan mikroorganisme. NaOCl dialirkan lewat pipa-pipa yang dipasang 5 m di bawah permukaan air laut di sepanjang pintu masuk intake dengan flow aliran  $42 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Intake terdiri dari 3 saluran dilengkapi dengan stop log untuk menutup aliran air saat dilakukan pembersihan di basin. Air laut bersifat sangat korosif, maka untuk menghindari korosi dipasang *katode protection* yang dialiri listrik DC di intake dan di basin. Kotoran air laut yang berukuran besar disaring di *bar screen* sedangkan kotoran seperti daun, ranting di saring di *rotary screen*. Pembersihan *bar screen* menggunakan *traversing trash rake* dan kotoran dikumpulkan di *trash basket*. *Rotary screen* dioperasikan bergantian secara parallel dengan system 1 *continuous*, 1 sistem timer dan 1 stand by. Operasi dengan timer, maka *rotary* diputar 3x sehari dengan kecepatan rendah. Pembersihan *rotary* dilakukan dengan menyemprotkan air di tengah-tengah *rotary* secara *intermittent*. Air laut dipompa dengan 3 buah pompa sentrifugal berkapasitas  $10.500 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan diback up oleh 1 pompa untuk menaikkan tekanan jika tekanan tidak tercapai. Pompa-pompa tersebut memompakan air laut dari intake basin dan ke main header. Setelah dipompa air didistribusikan menuju *user* masing-masing dengan tekanan pompa  $3,5 \text{ kg/cm}^2$ . Pompa air laut dioperasikan dengan 3 unit dengan 1 unit pompa stand by untuk mendukung tekanan jika tekanan *discharge* pompa turun. Keluar

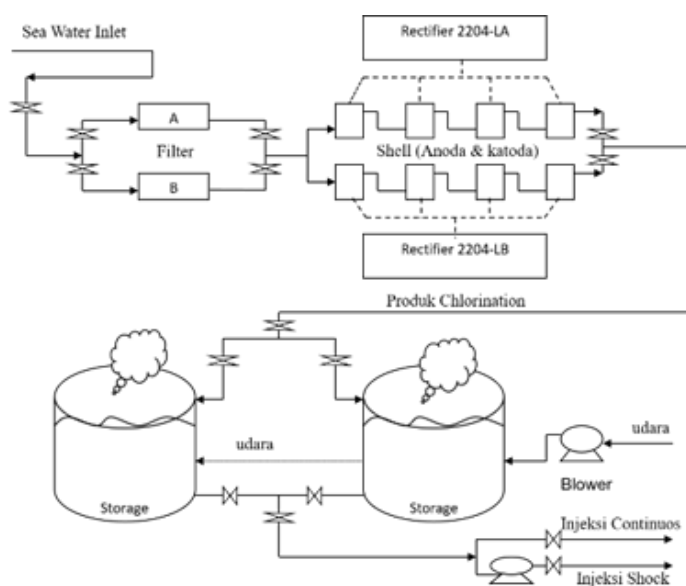
dari pompa air dialirkan menuju *header* untuk didistribusikan ke *user* masing-masing. Air yang digunakan sebagai pendingin setelah melakukan servis langsung dibuang ke *Outfall*.

### VI.1.2 Unit Klorinasi

Unit Klorinasi berfungsi menghasilkan larutan Natrium Hipoklorit untuk mematikan/mencegah dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme serta karang laut yang ada di badan air laut sehingga peralatan yang dilalui tersumbat dan terkorosi. Natrium hipoklorit dibuat dari air laut dengan cara elektrolisis. Dalam elektrolisa airlaut ini digunakan anoda titanium yang akan mengoksidasi ion Cl menjadi Cl<sub>2</sub> dan katoda stainless steel yang akan mereduksi H<sub>2</sub>O menjadi ion OH<sup>-</sup> yang dialiri arus listrik DC. Larutan elektrolitnya sendiri adalah air laut. Reaksinya sebagai berikut :

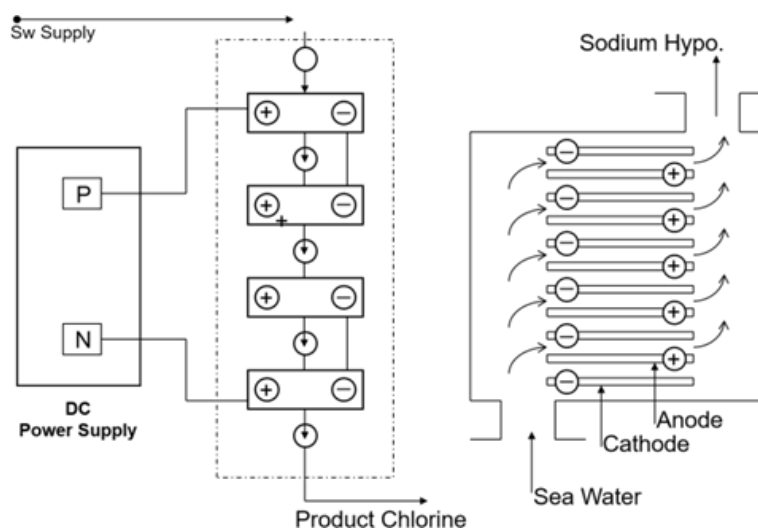


Peralatan utama yang digunakan dalam klorinasi yaitu *Cell* elektrolisir yang terdiri dari *cell* yang berisi anoda dan katoda yang disusun secara parallel, tangki Natrium hipoklorit yang berbentuk silinder tegak terbuka untuk menampung larutan Natrium hipoklorit sebelum diinjeksikan ke laut, blower udara untuk menghembuskan udara untuk mengusir gas H<sub>2</sub> didalam tangki yang merupakan hasil samping elektrolisa, *Rectifier* yang digunakan untuk mensuplai arus DC dengan mengubahnya dari arus AC ke elektroliser. Dalam elektroliser ini tidak semua garam dalam air laut diuraikan, oleh karena itu penting untuk menahan terjadinya reaksi samping untuk memperoleh NaOCl secara efisien.



Gambar VI.2 Unit Klorinasi

Air laut yang dialirkan dari pompa air laut, dikirim ke unit klorinasi. Sebelum masuk, air laut disaring di *Strainer*, selanjutnya masuk ke elektroliser dengan *flow* 50 m<sup>3</sup>/jam. Pada elektroliser, akan terbentuk NaOCl dengan konsentrasi produk yang dapat diatur dari arus listrik atau voltage yang mengalir ke elektroliser. Untuk menaikkan konsentrasi, arus listrik yang masuk juga dinaikkan. Kondisi air laut juga akan mempengaruhi konsentrasi produk. Konsentrasi larutan NaOCl yang dihasilkan sebesar 1000-2000 ppm. Larutan NaOCl yang terbentuk akan dikirim ke tangki penampung sementara. Di dalam tangki ini gas hidrogen yang terbentuk dari peristiwa elektroliser akan diusir dengan menghembuskan udara dari blower yang ada untuk menjaga konsentrasinya dibawah 1%. Gas Hidrogen harus diusir karena apabila terakumulasi akan menimbulkan ledakan. Di dalam tangki, larutan NaOCl selanjutnya didistribusikan secara kontinyu ke Sea water Intake dengan konsentrasi 1 ppm. Injeksi semacam ini disebut normal dosing. Tidak semua larutan akan habis diinjeksikan secara kontinyu sehingga sebagian larutan akan tetap tersimpan dalam tangki. Unit klorinasi ini akan selalu dijalankan sepanjang ada pemakaian air laut atau pompa air laut juga *dirunningkan*. Apabila dipaksakan pemakaian air laut tanpa injeksi NaOCl, maka peralatan atau pipa-pipa yang dilalui air laut akan cepat terkotori oleh tumbuhnya ganggang, karang atau mikroorganisme lain.

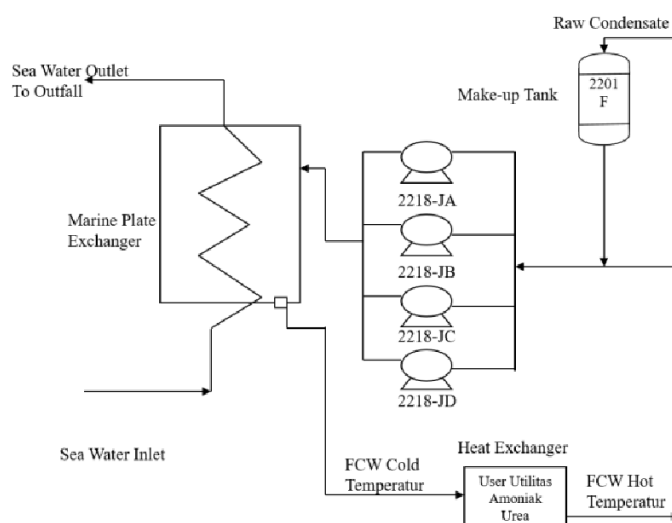


Gambar VI.3 Proses Elektrolisa Sodium Hypochloride

#### VI.1.2.1 Chemical Cleaning

Performance atau kinerja unit klorinasi atau masing-masing cell elektrolisernya sangat dipengaruhi oleh kebersihan masing-masing cell. Apabila masing-masing cell terkotori oleh endapan garam atau kerak, akan mempengaruhi atau mengurangi konsentrasi produk. Daya yang diperlukan untuk menghasilkan jumlah produk dengan konsentrasi tertentu akan naik karena dengan kotornya cell berarti tahanannya juga semakin besar. Untuk membersihkan endapan atau kerak tersebut, maka dilakukan Acid Cleaning atau pembersihan dengan menggunakan asam, disini yang digunakan adalah Sulfamic acid 4% selama  $\pm 2$  jam ke seluruh cell elektroliser.

### VI.1.3 Unit Sweet Cooling Prilling Tower



Gambar VI.4 Unit Fresh Cooling Water

Unit air pendingin atau *Unit Sweet Cooling Prilling tower* merupakan unit yang menyediakan, mendinginkan dan mendistribusikan *fresh cooling prilling tower* (FCW) dengan sistem sirkulasi tertutup dan mempunyai persyaratan tertentu. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi korosi pada peralatan yang dilalui oleh air pendingin. *Fresh Cooling Prilling tower* (FCW) merupakan air yang digunakan sebagai pendingin peralatan dan proses dengan temperature 33°C akan dipompakan menuju ke “User”. Air yang digunakan sebagai FCW adalah air dari *Raw condensate Tank*. Air yang telah digunakan sebagai pendingin temperaturnya akan menjadi sekitar 48°C. Setelah FCW digunakan, FCW akan bertukar panas dengan *sea prilling tower* di *Marine plate Heat Exchanger* (MPHE). Alat ini merupakan alat penukar panas yang terdiri dari plat-plat logam tipis yang disusun sedemikian rupa sehingga FCW dapat mengalir di pada satu sisi sedangkan air laut mengalir pada sisi yang lain.

Untuk mensirkulasikan FCW digunakan 4 pompa 2218 JA/JB/JC/JD. *Discharge* pompa masuk ke *header* dengan diameter 12 “line dari *header* untuk hot *prilling tower Supply* untuk setiap *Fresh Cooling Prilling tower*. *Fresh Cooling prilling tower* mengalir melalui *hot side* dan didinginkan dengan sirkulasi *sea prilling tower* lewat *cold side* dari *exchanger*. *High conductivity* alarm di pasang pada outlet dari tiap-tiap *exchanger*. *Suction header* untuk pompa dilengkapi

dengan sebuah *elevated vent* yang mana mempunyai sebuah *air release valve* dipasang untuk melepas udara dan uap air dari sistem *fresh cooling prilling tower*. *High pressure* alarm di pasang di down stream dari *release valve* untuk memberi tanda bahaya dari kebocoran uap secara berlebihan pada *ammonia plant* proses *exchanger*.

Selama beroperasi, kemungkinan biasa terjadi kebocoran pada sistem sehingga FCW berkurang. Hal ini tentu saja tidak diinginkan karena dapat mengganggu proses pendinginan secara keseluruhan dan mempengaruhi kinerja pompa. Oleh Karena itu, untuk menjaga sistem selalu penuh maka disediakan tangki pengisian FCW dimana tangka akan otomatis memberi *make up* air ke sistem apabila terjadi kebocoran. Air *make up* tersebut diambil dari *Raw condensate Tank*. Selain itu untuk menjaga kualitas FCW, maka media pendingin yang digunakan harus dijaga. Masalah yang mungkin terjadi adalah korosi dan tumbuhnya mikroorganisme. Untuk mengantisipasi terjadinya korosi di dalam sistem, maka sistem diinjeksikan dengan nitrit yang akan memberikan lapisan film pada permukaan logam sehingga dapat mencegah korosi. Injeksi ini dilakukan secara berkala dengan kondisi kandungan nitrit dijaga 400-600 ppm dan total bakteri dibatasi 5000 koloni/ml secara terus menerus. Jika jumlah bakteri yang diijinkan melebihi standard maka diinjeksikan *biocycle* sesuai kemampuan. Selain itu juga ada injeksi amine untuk mengontrol pH dari *fresh cooling prilling tower*. *Flow rate* aliran juga dijaga agar tidak terlalu lambat karena *flow* yang rendah dapat menyebabkan *fouling*. Jika kebutuhan FCW untuk pendinginan kecil, lebih baik mengurangi banyaknya *marine plate* yang digunakan. Aliran *fresh cooling prilling tower* melalui *Supply header* dimana *line* menuju ke Ammoniak, Urea dan *Utility*.

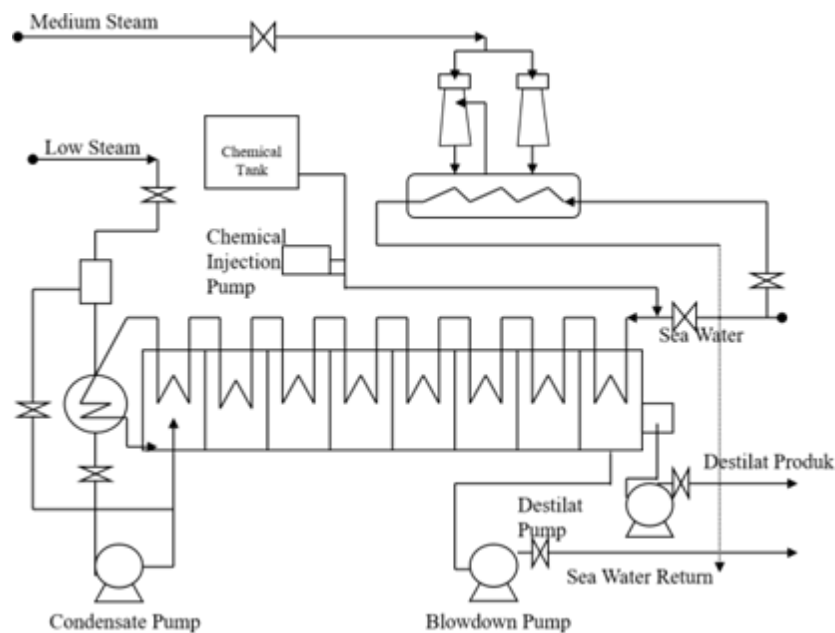
#### **VI.1.4 Unit Desalinasi Multistage**

Unit ini disediakan untuk memproduksi *raw condensate* yang diperoleh dari proses *condensate stripper* (2103 E), *condensate return* dari *Ammonia* dan Urea *plant*, serta dari *tie-in* Pabrik – 6 dan Pabrik – 3 jika diperlukan. Unit di Pabrik – 2 PT. Pupuk Kalimantan Timur mempunyai empat buah desalinasi yang bekerja secara kontinyu, 3 unit tipe multi *stage flash* desalination (MSFD) dan satu buah unit *reheat*. Setiap unit MSFD terdiri dari 8 *stage* dan di *Design* untuk menghasilkan



71 m<sup>3</sup>/j dengan kualitas conductivity 5  $\mu\Omega$ /cm. Evaporator tingkat kedelapan dioperasikan pada tekanan dan temperatur paling rendah. Evaporator tingkat pertama dioperasikan pada temperatur dan tekanan paling tinggi. Unit ini dibangun berdasarkan tipe onethrough, multi *stage flash* evaporation sistem dengan dilengkapi dengan anti *scale* dan *antifoam dozing*. Unit desalinasi terdiri dari *flash* evaporator, *brine heater*, *venting* sistem, peralatan injeksi bahan kimia, instrumentasi dan *control*,

#### VI.1.4.1 Desalinasi dengan Sistem Multi Stage Flash Desalination (MSFD)



Gambar VI.5 Sistem Multi Stage Flash Desalination (MSFD)

*Sea prilling tower* yang masuk ke unit desalinasi tergantung dari tekanan *sea prilling tower* pump yang diatur berdasarkan operasi unit desalinasi. Air laut masuk unit desalinasi melalui *stage* 8 yakni yang memiliki tekanan paling rendah, lalu terus mengalir sampai *stage* pertama. Air laut mengalir secara teratur melalui pipa-pipa *condenser* dengan menjadi lebih panas akan digunakan untuk mengkondensasikan uap-uap (cair) panas yang dibentuk pada masing - masing tingkat. Air laut ini mengalami peningkatan suhu dari 30°C (masuk *stage* 8) menjadi 72°C (keluar *stage* 1) karena digunakan untuk mengkondensasikan uap yang dihasilkan pada setiap tahap. Kemudian *sea prilling tower* dialirkan ke *brine heater* dan dipanaskan dengan LS (*Low Steam* 4 kg/cm<sup>2</sup>g) hingga suhu 85°C. Uap



LS sebelum masuk *brine heater* didinginkan terlebih dahulu dari 200°C menjadi 100°C di *superheater* dengan menggunakan *outlet* kondensat *brine heater* untuk mengatur temperatur. Selain itu, air laut panas memasuki evaporator tahap pertama 0,54 kg/cm<sup>2</sup>a melalui metode *flashing*. Karena penurunan tekanan yang tiba-tiba ini, uap terbentuk penguapan air laut. Namun, adanya agitasi selama penguapan cepat dapat menyebabkan masuknya tetesan air garam, sehingga diperlukan *demister* untuk mencegahnya.

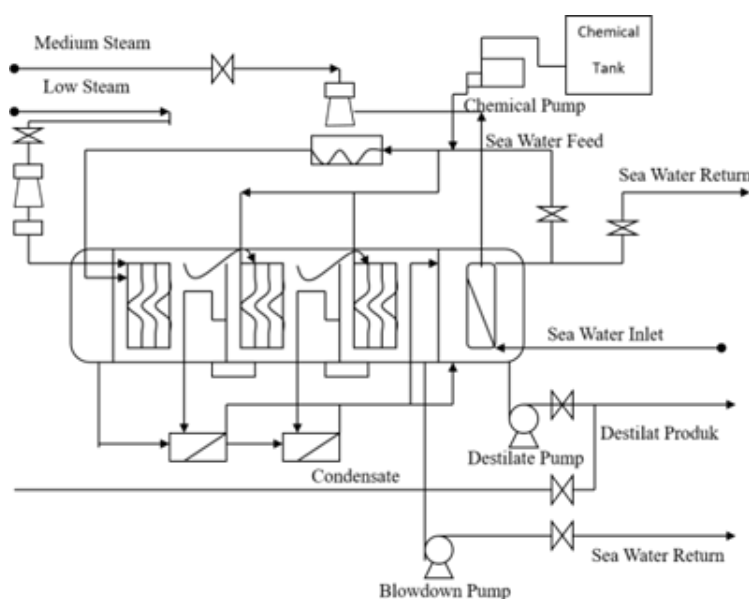
Uap air kemudian terkondensasikan menjadi air destilat bebas garam, yang kemudian masuk ke *distillate tray* (penampung air destilasi) dan kemudian mengalir ke seluruh destilat telah melewati *stage 2* sampai *stage 8*, di mana setiap *stage* menghasilkan destilat. Udara dan gas yang tidak dapat terkondensasi dikeluarkan dari *stage 1* dan juga dari *stage 2* dengan saluran ventilasi yang terhubung ke kondensor sistem *injector*. Stage lainnya (*stage 3* hingga *stage 7*) memiliki lubang kecil antara masing-masing kondensor untuk mentransfer sejumlah aliran yang tidak dapat terkondensasi ke *stage 8*. *Vent* dari *stage 8* terhubung ke saluran hisap nosel tahap pertama dan beroperasi pada sekitar 0,079 kg/cm<sup>2</sup> abs. Air garam panas yang meninggalkan tahap 1 pada titik didih saat ini di tahap 2 diberi tekanan lebih rendah dari *stage 1*. Penguapan air laut juga akan terjadi di sini.

Bintik uap air panas dihasilkan, kemudian berhubungan *contac* dengan pipa-pipa *condensate* dari *stage 2* yang diisi dengan air laut yang masuk dan bintik uap air akan mengkondensasi menjadi destilat yang bebas garam. Proses ini di ulangi pada *stage* selanjutnya dan masuk juga pada *stage* kedelapan yang dioperasikan pada tekanan yang lebih *vacuum* di banding *stage* sebelumnya. Air destilat yang bebas garam diproduksi dan dikumpulkan pada masing-masing *stage* yang bertekanan lebih rendah melalui rongga destilasi (*distillate through*) dan hingga *stage 8* dari tempat ini *distillate* tersebut di pompa ke tangki *condensate*.

Sementara, *sea prilling tower* yang tidak terkondensasikan akan dipompakan ke line *sea prilling tower* return dan mengalir ke *sea prilling tower outfall*.

#### VI.1.4.2 Desalinasi Dengan Sistem Reheat

Berbeda dengan *multi effect distillation* yang memiliki banyak ruang evaporator. Unit ini hanya menggunakan tiga ruang evaporator untuk menghasilkan jumlah produk yang sama dengan umpan yang hampir sama. Sistem ini sistem baru dengan menggunakan *marine plate exchanger* pada ruangan evaporator untuk perpindahan panas penguapannya.



Gambar VI.6 Unit Desalinasi Dengan Sistem Reheat

Air laut masuk ke kondensor akhir untuk desalinasi dengan tekanan 3,5 – 4,0 Bar abs. Air laut umpan akan diuapkan untuk dipanaskan terlebih dahulu di *post-condenser* sedangkan fungsi utama air laut di *post-condenser* adalah sebagai media pendingin. Pemanasan awal umpan ini diperlukan untuk mempertahankan faktor konsentrasi air garam di evaporator pada kondisi desain.

Setelah keluar dari kondensor akhir, air laut diinjeksi dengan bahan kimia anti *scale*, yang kemudian dikirim ke bagian atas setiap *evaporator effect sea prilling tower* yang didistribusikan secara merata pada permukaan *plate evaporator*. Air laut mengalir dari atas ke bawah sesuai dengan prinsip “*falling film*” dan tingkat kehomogenan dari *liquid* selalu dijaga pada permukaan *plate*.

Didalam *plate* terjadi pertukaran panas dimana sisi air laut yang telah membentuk *liquid film* memperoleh panas dari uap yang terkondensasikan dari sisi yang lain *plate* sehingga perbedaan temperatur pada dinding *plate* terjadi. Hal ini

menyebabkan *liquid film* mengalami sebagian penguapan. Uap air yang terbentuk didalam ruang evaporasi keluar dari *plate* melalui kedua sisi yang terbuka pada *plate*. Kemudian uap akan menuju ke *stage* selanjutnya melalui “demister”. Uap yang dihasilkan pada *stage* pertama dipergunakan sebagai pemanas pada *stage* kedua begitu selanjutnya sampe *stage* ketiga. Uap yang dihasilkan pada *stage* ketiga selanjutnya akan dialirkan ke final kondensor dan sebagian di alirkan ke *steam ejector*. Didalam *ejector uap (Low Steam)* tercampur dengan *steam* kemudian terkondensasi didalam evaporator *stage* pertama. Sedangkan uap yang berasal dari *stage* ketiga dan berada di final kondensor terkondensasikan menjadi destilat produk yang selanjutnya membentuk level dan dipompakan ke tanki *raw condensate*. Sedangkan air laut yang tidak terkondensasikan terkumpul pada *stage* ketiga membentuk level yang selanjutnya akan dipompakan ke *outfall*.

#### VI.1.5 Unit Demineralisasi

Unit ini berfungsi untuk mengelolah air destilat dari unit desalinasi, air kondensat dan air hasil proses samping proses ammonia dengan menjadikan air bebas mineral dengan kandungan mineral akan dijaga serendah mungkin dengan parameter konduktivitas produk air demin dibawah 1  $\mu$ s. Produk air demin digunakan sebagai air umpan boiler yang selanjutnya akan membangkitkan *steam*. Unit Demineralisasi terbagi menjadi 3 unit juga yaitu unit produksi air demin pada *mixed bed polisher*, unit deaerator, unit netralisasi.

##### VI.1.5.1 Unit Produksi Air Demin pada Alat *Mixed Bed Polisher*

Mixed bed polisher merupakan alat utama yang digunakan pada proses produksi air demin. Untuk merubah raw condensate menjadi air demin, di pakai 3 unit mixed bed condensate polisher (2001-U). Mixed bed tersebut berisi resin-resin yang dipakai untuk mengikat kation ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ , dan  $NH_4^{+}$ ) dan anion ( $HCO_3^{-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^{-}$  dan  $PO_4^{3-}$ ) serta  $Si^{+}$  dalam membentuk  $SiO_2$ .

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



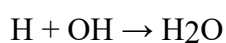
Jika raw condensate dialirkan ke unit *mixed bed polisher* maka akan menjadi proses



---

pengikatan ion-ion baik *kation* maupun *anion* yang terdapat di dalam *raw condensate* oleh *kation* dan *anion exchanger*, reaksi yang terjadi pada penguraian atas ion-ionnya terjadi secara *reversible*. Bilamana ion penukar itu telah jenuh dengan *dissolved ion* yang ada dalam *raw condensate* maka perlu dilakukan regenerasi dengan menggunakan  $H_2SO_4$  dan *soda caustic* (NaOH) untuk mengaktifkan kembali resin-resin penukar ion tersebut.

Pada proses penangkapan ion positif dan ion negatif, ion H dan ion OH akan terlepas dan bereaksi membentuk  $H_2O$  (air) dengan reaksi sebagai berikut.



Proses yang terjadi dalam unit ini adalah kation dan anion yang terlarut dalam air umpan akan terserap oleh resin secara bersama-sama. Indikasi adanya penyerapan didalam *mixed bed polisher* adalah konduktivitas air yang keluar dari MBP rendah. Konduktivitas rendah menandakan padatan atau mineral yang terlarut didalamnya juga rendah.

*Raw condensate* yang tertampung di dalam tangka RC merupakan gabungan dari destilat desal, kondensat dari *stripping ammonia* dan air kondensat. RC dialirkan ke MBP dari bagian atas dengan menggunakan pompa, dan keluar dari bagian bawah MBP berupa air demin dengan konduktivitas rendah. Adapun parameter kondisi air kondensat dan air demin sebagai berikut.

Tabel VI.2 Prameter Kondisi Air Kodensat dan Air Demin

| Parameter              | Air Raw Condensate | Air Demin |
|------------------------|--------------------|-----------|
| pH                     | 8,8 – 9,2          | 6,2 – 6,5 |
| Konduktivitas          | 25                 | 0,2       |
| Cl <sub>2</sub> (ppm)  | 0,02               | 0,02      |
| Total Cu (ppm)         | 0,1                | 0,03      |
| Total Fe (ppm)         | 0,1/0,35 (nor/max) | 0,02      |
| Na + K (ppm)           | 0,6                | 0,01      |
| Bicarbonate (ppm)      | 12,9               | -         |
| Sulphate (ppm)         | 0,1                | -         |
| SiO <sub>2</sub> (ppm) | 0,02               | -         |
| Methanol (ppm)         | 30                 | -         |
| TDS (ppm)              | 1                  | -         |
| Alkalinity (ppm)       | 6,5 – 7,5          | -         |

Apabila kemampuan resin mengikat ion-ion dalam air berkurang, ditandai dengan indikasi konduktivitas air demin naik, maka perlu dilakukan regenerasi.

Tahap – tahap regenerasi yang dilakukan pada *mixed bed* pabrik-2.

#### 1. *Partial Drain*

Merupakan pembuangan sebagian air yang terdapat pada *mixbed* sampai *level drain* yang terdapat pada bagian tengah *mixbed polisher* (5 menit).

#### 2. *Air mixing* pertama

Merupakan proses pengadukan dengan udara yang dialirkan dari bagian bawah *vessel* keatas melalui *double disk* yang letaknya dibawah *line Drain* dan *System distributor*, keluar menuju ke atmosfer (menghilangkan kotoran-kotoran yang lengket pada resin, sebagian kecil) (5 menit).

#### 3. *Settling* Pertama

Merupakan proses semua *valve* menutup sehingga resin akan mengendap sesuai dengan berat jenis (5 menit).

---

4. *Back washing (separation)*

Merupakan pencucian dengan menggunakan *air raw condensate* dengan *flow* 90 m<sup>3</sup>/j dengan maksud membersihkan resin dengan mengalir air RC dari bagian bawah *vessel* ke atas keluar ke pembuangan *neutralizer* (15 menit).

5. *Settling Kedua*

Merupakan proses semua *valve* menutup sehingga resin akan mengendap sesuai dengan berat jenis (dengan maksud terpisahkan antara resin anion dan kation).

6. *Chemical feeding (acid dan caustic)*

Merupakan pencucian resin dengan mengalirkan asam sulfat 5 % ke resin kation pada bagian bawah *vessel* dan NaOH 4 % ke resin anion pada bagian atas, kedua aliran ini bertemu pada tengah *mixbed polisher* dan dibuang melalui *line* pada bagian tengah ke *nutralizer pond* (40 menit).

7. *Slow rinse (cation resin dan anion resin)*

Merupakan proses pembilasan dengan mengalirkan demin *prilling tower* dengan arah aliran yang sama dengan proses *Chemical feed* (30 menit).

8. *Fast rinse (cation resin dan anion resin)*

Merupakan proses pembilasan dengan mengalirkan Raw Condensate *prilling tower* flow 90 m<sup>3</sup> /j dengan arah aliran yang sama dengan proses *Chemical feed* (15 menit).

9. *Partial Drain*

Merupakan pembuangan sebagian air yang terdapat pada *mixbed* sampai level darin yang terdapat pada bagian tengah *mixbed polisher* (5 menit).

10. *Air Mixing*

Merupakan proses pengadukan dengan udara yang dialirkan dari bagian bawah vessel keatas melalui *double disk* yang letaknya dibawah *line Drain* dan *System distributor*, keluar menuju ke atmosfer (resin bercampur kembali) (5 menit).

11. *Prilling tower refilling*

Merupakan proses pengisian air hingga level 3/4 *mixbed polisher* (sama ketika waktu tank) (5 menit).

---

## 12. *Final rinse*

Pencucian akhir dengan *Raw condensate flow* 90 m<sup>3</sup> /j dengan aliran dari atas menuju ke bawah yang menuju *neutralizer pond* (30 menit).

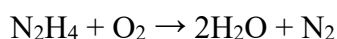
### VI.1.6 Unit Deaerator

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut diantaranya yang terpenting adalah oksigen dan karbon dioksida. Gas-gas tersebut perlu dihilangkan untuk menghindari penyebab kerak/lubang dan korosi pada *line Boiler Feed Tower, Economizer, Boiler* dan *superheater* dan *line steam* dan selanjutnya *line condensate return*.

Kadar oksigen dalam air dapat dikurangi secara mekanis menjadi 0,005 ml/lit atau kurang dari 0,007 ppm dengan pemanasan (*deaerating*), karena oksigen ini tidak terurai (dalam bentuk *ion*) selama larut didalam air dan akan tetap tinggal sebagai oksigen bebas. Karbon dioksida akan mengion pada derajat tertentu tergantung pada kondisi bahan kimia di dalam air, terutama karbon dioksida dalam bentuk bebas akan dipisahkan oleh *deaerator*.

Pada kondisi desain yaitu 0,7 kg/cm<sup>2</sup> dan temperature 155,6°C yang ditentukan oleh operating pressure, steam yang diatur oleh *control valve* deaerator inlet cukup untuk mengurangi oksigen yang terlarut dalam air menjadi kurang dari 0,005 ml/lit. Selama operasi normal, larutan *amine* harus diinjeksikan dalam jumlah yang dikehendaki untuk menjaga pH BFW tidak kurang dari 8. Sebuah pH recorder, secara kontinyu mencatat pH BFW yang akan masuk ke *suction* pompa-pompa PFW untuk menjamin sebanyak mungkin oksigen dipisahkan, injeksi *Hydrazine* harus dijaga, dalam jumlah yang dikehendaki hanya sebagian kecil larutan *hydrazine* masih tertinggal (0,02-0,2 ppm) dalam BFW.

*Hydrazine* yang direaksikan dengan oksigen akan bereaksi seperti berikut.



Tingkat reaksi *hydrazine* dipengaruhi oleh temperatur dan katalis. Dibawah 200°C reaksi akan berjalan dengan lambat. Bila material yang digunakan untuk *line steam* dan kondensat menggunakan tembaga maka injeksi *hydrazine* berlebih dihindari karena dapat merusak material.



Adapun keuntungan menggunakan *hydrazine* dibandingkan Natrium sulfit adalah sebagai berikut.

1. Tidak ada penambahan padatan pada BFW
2. Mampu menjaga kondisi *passive* permukaan logam di sistem (dengan terbentuknya  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{Cu}_2\text{O}$ ).
3. Dapat digunakan di boiler pada semua tekanan operasi dan masih bisa direkomendasikan pada tekanan diatas 1500 Psi.

#### VI.1.7 Unit Netralisasi

Tujuan dari *Neutralization Sump* adalah untuk menetralisasi atau memperkecil alkaline regenerasi kimia sebelum ditransfer ke *Sea Prilling tower Return Header (Outfall)*. Regenerasi *chemical* dikumpulkan di *Neutralization Sump* di saat regenerasi berlangsung.

Ada beberapa System pembuangan pada Pabrik-2 yaitu sebagai berikut.

1. Air bersih area *offsite* akan *di-drain* secara langsung ke *outfall*
2. Air buangan dari proses di Urea dan Ammonia di buang pada *chemical pond*
3. Semua *Blowdown* dari process di utilitas di buang ke *chemical pond*
4. *Blowdown boiler* dibuang ke *sewer* yang sebelumnya di campur dengan *sea prilling tower*.
5. Semua air yang mengandung minyak dari mesin-mesin dan *lube oil* akan *di-drain* pada tempatnya di tiap-tiap unit.
6. Air buangan process di-*mixed polisher* dan *acid cleaning*.

Untuk pembuangan limbah proses yang terjadi pada area utilitas lebih banyak pada proses regenerasi pada *mixed polisher* dan *acid cleaning*. Semua buangan ini diproses untuk di netralkan sehingga tidak mencemari lingkungan.

Regenerasi *chemical* di kumpulkan di *Neutralization Sump* di saat regenerasi berlangsung. Dikarenakan setiap regenerasi terjadi kecenderungan pH dari buangan bersifat basah maka di injeksikan *Acid* untuk menetralkan pH antara 7-9 sehingga pH tersebut tidak akan menimbulkan eksesi lingkungan. Tidak selalu proses pada selalu cenderung basah, pada proses pembuangan *acid cleaning* pH cenderung rendah sehingga di perlukan injeksi *caustic soda* (NaOH) untuk penetralan pH.

---

## VI.2 Pengadaan Uap Air

Dalam proses produksi pupuk, hampir selalu dijumpai penggunaan *steam* yang digunakan sebagai pemanas, penggerak mesin-mesin seperti *steam* turbin yang merupakan bagian dari proses reaksi. Tempat untuk menghasilkan atau memproduksi *steam* disebut *boiler*. Di dalam industri, pemakaian untuk produksi *steam* harus memenuhi beberapa persyaratan teknis seperti pH, kandungan zat-zat tertentu, konduktivitas, dsb. Semakin tinggi tekanan *steam* yang dibutuhkan, maka syarat kualitas dari *steam* yang dihasilkan juga semakin tinggi, hal ini berkaitan dengan pengguna *steam* itu sendiri terutama pada *steam* turbin.

Ditinjau dari komponennya, *boiler* terdiri dari beberapa bagian yaitu sebagai berikut.

### 1. *Deaerator*

Tempat dimana air umpan boiler ditampung dan diolah untuk menghilangkan gas-gas yang terlarut didalamnya dengan cara pemanasan, *stripping* dan mereaksikan dengan bahan kimia sebelum dikirim ke *steam* drum.

### 2. *Steam drum*

Berfungsi sebagai penampungan air *boiler* untuk pembuatan *steam* sebagai pengumpul uap, pemisah uap, dan pemasukan air pengisi boiler. Drum ini juga sering disebut *upper drum* (drum atas).

### 3. *Economizer*

Tempat dimana air dari deaerator mula-mula dipanaskan, peralatan ini terdiri dari sekumpulan pipa-pipa (*tubes*) yang disusun berjajar dan mendapatkan panas dari *flue gas*.

### 4. *Down come and riser*

Tempat dimana air boiler dari *steam drum* dirubah menjadi *steam* basah (*saturated steam*), terdiri dari pipa-pipa seperti *economizer* temperatur *flue gas* yang memanasinya lebih tinggi dibandingkan dengan *economizer*. Bagian ini berfungsi untuk menangkap energi panas dari gas dan meneruskannya ke air sehingga air menjadi uap.

---

### 5. *Prilling tower Drum*

Berfungsi sebagai pengumpul air yang berasal dari pipa turun (*down comer*) untuk dilakukan proses pemanasan pada pipa naik (*riser*).

### 6. *Pemisah Uap Air*

Separator yang terletak pada steam drum ini berfungsi untuk memisahkan air dengan uap yang terbentuk. Air yang telah terpisah kembali ke drum dan uap yang telah terpisahkan terus mengalir ke bagian *superheate*.

### 7. *Superheated coil*

Tempat dimana *steam* basah dipanaskan lanjut menjadi *steam* kering (*Superheated steam*).

### 8. *Draft, pola aliran udara dan flue gas pada boiler*

Aliran bias bertekanan positif dengan bantuan sebuah *blower* yang meniupkan udara ke dalam ruang bakar atau bersifat negatif (*vacuum*) dengan bantuan *blower* yang menghisap hasil pembakaran dari ruang bakar dan udara dari atmosfer untuk kebutuhan pembakaran.

### 9. *Ruang Bakar (furnace)*

Berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran dan mengarahkan aliran gas pembakaran.

### 10. *Control Device*

Kontrol ini berfungsi untuk mengatur boiler agar dapat beroperasi pada keadaan yang diinginkan, diantaranya adalah *feed prilling tower control system* dan *steam pressure*.

### 11. *Cerobong (stack)*

Merupakan saluran pembuangan gas asap dan menarik api dari proses pembakaran. *Steam* yang dihasilkan *boiler* tersebut dapat digunakan untuk berbagai hal diantaranya sebagai penggerak *turbine*, sebagai pemanas, dan sebagai bagian dari reaksi.

Pembangkit steam pada Pabrik-2 PT. Pupuk Kalimantan Timur terdiri dari *Waste Heat Boiler* (WHB) dan sebuah *Package Boiler* (PKB). Kedua boiler ini menghasilkan *steam* bertekanan  $80.5 \text{ kg/cm}^2$  pada temperatur  $480^\circ\text{C}$ . Steam yang diproduksi di WHB diperoleh dengan memanfaatkan panas dari *exhaust generator*

ditambah pemanasan dari 2 sistem burner (burner untuk pembangkit *steam* dan burner untuk *steam superheater*). Sedangkan *steam* yang diproduksi PKB diperoleh dari panas hasil pembakaran *fuel gas* dari KO drum 121°F dengan tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> yang di- letdown menjadi 0,3 kg/cm<sup>2</sup> untuk *main burner* dan 0,4 kg/cm<sup>2</sup> untuk pilot burner.

### VI.2.1 Waste Heat Boiler

*Waste Heat Boiler* di Design untuk menghasilkan 140.000 kg/jam steam. Selama normal operasi, *Waste heat boiler* akan menghasilkan 86,277 kg/jam *steam* untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan dari *Urea plant* dan kebutuhan di *utilitas*. Dalam prakteknya, sejumlah *steam* akan di ekspor ke kaltim-1 atau kaltim-3 selama normal operasi dan keduanya dari *Waste heat boiler* dan *Package boiler* akan beroperasi untuk memenuhi seluruh kebutuhan *steam* tersebut diatas. *Gas-gas burner-burner* pembantu dipasangkan pada *Waste Heat Boiler* untuk memperoleh penambahan panas. *Waste Heat boiler* 2009-U.juga mempunyai gas-gas burner pembantu (*supplemental gas burner*) pada *superheater*. Ada 2 *System burner*, burner untuk pembangkit *steam* dan burner untuk *steam superheated* masing-masing 8 *main burner* 8 *pilot burner* dan 4 *main burner* dan 4 *pilot burner* untuk SSH. Pembakaran terjadi dengan memanfaatkan udara eksek dari pembakaran pada *Turbin Generator* yang memiliki panas buang 480°C dengan kelebihan oksigen 16 % eksek. Gas Buang dari GE GTG ini dibagi menjadi dua sebagian besar ke *Steam drum* dan sebagian ke SSH (*Steam Superheated*). Pada bagian-bagian ini untuk menambah kemampuan produk menjadi 140 ton/jam ditambah pembakaran dengan memasukan natural gas pada kedua aliran tersebut seperti keterangan diatas.

*Boiler Feed Tower* (BFW) di pompakan dari 2003 JT/JAM kemudian dialirkan ke boiler terlebih dahulu dipanaskan pada bagian atas dari SSH sebagai *economizer* untuk pemanfaatan panas *Fuel gas*. Kemudian masuk ke *steam drum* ,dengan pola aliran yang gravitasi *boiler prilling tower* mengisi *tube-tube* pada *prilling tower drum* dan dipanaskan dengan gas buang yang diarahkan pada *steam drum* dan ditambahkan dengan pembakaran *fuel natural gas* maka *boiler prilling tower* menguap menjadi *steam* bertekanan yang masih basah (*saturated steam*). *Saturated steam* tersebut kemudian dipanas lanjut pada SSH dengan pemanfaatan

---

panas yang diarahkan dari GE GTG dan ditambah dengan pembakaran *fuel natural gas* dihasilkan *superheated steam* (steam lewat jenuh) yang bertekanan 80-85 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur 480°C.

### **VI.2.2 Package Boiler**

*Package boiler* di Design menghasilkan 100.000 kg/jam *steam*. *Package boiler* ini akan digunakan untuk *start-up plant*. *Package boiler* tidak hanya dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dari *Urea plant* dan kebutuhan di *utilitas* saja selama normal operasi karena dalam kenyataannya, sejumlah *steam* akan diekspor ke Pabrik-6 (ex Pabrik-1) dan integrasi *steam* (Pabrik-3, Pabrik-4, Pabrik-5, dan Pabrik-1A (ex POPKA)) akan beroperasi untuk melayani seluruh kebutuhan *steam*. Untuk *ammonia plant* yang juga menghasilkan *steam* akan mengimbangi produk dan kebutuhan *steam* dari produk *steam* dari *utilitas ekstraksi turbine*, kontrol terhadap *low steam* (LS) sebagai hasil dari *letdown* dan ekstraksi turbine, kontrol dilakukan pada *steam Header*. Pemakaian *steam* LS didistribusikan ke unit desalinasi, *process condensate stripper*, *deaerator*, dan *fuel gas heater*. *Package boiler* 2008-U di desain untuk menghasilkan 100.000 kg/h *steam* dengan tekanan 80 kg/cm<sup>2</sup>. Boiler ini akan digunakan untuk *start-up* pabrik, dan tidak diperlukan beroperasi untuk memenuhi kebutuhan uap normal di pabrik urea dan offsite. Dalam prakteknya, sebagian uap akan dikirim ke Pabrik-1 selama operasi normal dan baik *Package Boiler* maupun *Waste Heat Boiler* akan beroperasi memenuhi kebutuhan total tersebut.

Untuk umpan *boiler*, sebuah pompa motor digunakan untuk mensuplai *Boiler Feed Tower* ke *steam drum* dan sebuah motor *stand by* sebagai back up. Dalam PKB ini umpan terlebih dahulu dialirkan melalui *economizer* untuk pemanasan awal dengan menggunakan sisa gas yang akan keluar lewat cerobong. Pada *steam drum*, air akan bersirkulasi seperti pada proses konveksi di air yang mendidih, dimana air boiler dengan densitas tinggi akan turun melalui pipa- pipa *downcomer* ke *prilling tower drum* dan kemudian air boiler yang mempunyai densitas rendah akan naik melalui *tube-tube riser* dengan disertai pembentukan *steam*. Air yang ada dalam riser mempunyai densitas yang rendah akibat mendapat pemanasan dari *flue gas* sehingga terjadi sirkulasi secara alami (*natural*

---

*Circulation*) dimana uap yang terbentuk bersama-sama air panas pada *riser* akan kembali ke *steam drum*.

*Steam* yang terbentuk di *steam drum* selanjutnya dipisahkan dari air dan keluar dari *steam drum* pada keadaan *saturated* (300°C), selanjutnya masuk ke bagian *superheater* untuk mengubah uap jenuh menjadi uap panas lanjut. Pada *superheater*, *steam* akan melewati *primary superheater* dan *secondary superheater* yang mengalami pemanasan dari panas pembakaran bahan bakar. Diantara kedua *superheater* tersebut terdapat *desuperheater* yang berguna untuk mengatur temperatur. Penambahan *desuperheater* ini dilakukan karena gas hasil pembakaran natural gas yang digunakan pada *primary superheater*, *secondary superheater*, dan pemanas pada *tube-tube riser* dan *downcomer* di *convection bank* merupakan satu aliran. Jika ada penambahan beban *steam* yang diproduksi maka jumlah panas laten yang dibutuhkan untuk penguapan cukup besar. Namun, penambahan beban panas sensibel yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu *steam* akan jauh lebih kecil dibandingkan kenaikan beban panas akibat penguapan air dari kalor latennya. Oleh karena media pemanasnya merupakan satu rangkaian aliran, maka akibat dari penambahan beban panas yang dibutuhkan untuk menaikkan jumlah *steam* yang terbentuk, akan membuat *steam* yang dihasilkan *over spec* karena akan mempunyai suhu yang lebih tinggi dan tekanan yang lebih tinggi akibat dari pemanasan yang berlebih pada *superheater*. Oleh karena itulah dipasang *desuperheater* diantara kedua *superheater* yang bekerja dengan menginjeksikan BFW sesuai dengan kebutuhan untuk menghasilkan *steam* dengan tekanan 80 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur 480°C pada outlet *secondary superheater*.

Dalam mekanisme kerja, PKB memerlukan BFW sebagai *make-up* umpan *boiler* dengan menggunakan air demin. Meskipun air demin sebagai penambahan umpan *boiler* dapat dikatakan telah bebas dari kotoran dan kemungkinan pembentukan kerak, namun masih memiliki potensi untuk menimbulkan korosi. Hal ini disebabkan oleh gas-gas seperti oksigen dan karbon dioksida yang terlarut dalam air, serta bisa disebabkan oleh pH air yang terlalu rendah. Oksigen atau karbon dioksida yang terlarut akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa air umpan *boiler*, *ekonomiser*, *boiler*, *superheater*, pipa-pipa uap, dan juga





pada pipa kondensat. Oleh karena itu gas-gas ini perlu dibuang sebelum air dimasukkan ke dalam *boiler*. Kadar oksigen didalam air dapat diturunkan secara mekanik sampai  $5 \text{ cm}^3/\text{M}^3$  atau kurang dari  $0,007 \text{ mg/kg}$  dengan proses deaerasi, karena dalam air oksigen tidak mengion (berionisasi) melainkan ada sebagai ion bebas. Sebaliknya, karbon dioksida akan mengion sebagian, tergantung pada komposisi kimia kandungan didalam air dan karbon dioksida dalam bentuk bebas akan terbuang dengan proses deaerasi.

### VI.2.2 Distribusi Steam

*Steam* utama yang dihasilkan di unit utilitas adalah *steam*

dengan tekanan  $80 \text{ kg/cm}^2$  yang umum disebut HP (*High pressure*) *steam*.

*Steam* yang dihasilkan oleh WHB dan PKB masuk kedalam *steam header* yang kemudian didistribusikan ke urea, sistem integrasi, dan *di-let down* ke tekanan  $40 \text{ kg/cm}^2$  (MP). MP (*Medium Pressure*) *steam* didistribusikan menuju ke beberapa *user* di *offsite*, dan sebagian juga dikirimkan ke unit *ammonia* dan sisanya *di-let down*-kan ke tekanan  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  menuju ke LP (*Low Pressure*) *steam header*. Selain dari hasil *let down* MP *steam* di *utility*, LP *steam* juga diperoleh dari *ammonia* unit, *steam* hasil peristiwa *flashing* pada *blow down prilling tower drum* di unit 2005-F serta dari *flashing steam trap* pada HP *steam*. LP *steam* kemudian dikirim ke masing-masing *user* yang kemudian dikondensasikan dan hasil kondensatnya dikumpulkan sebagai *raw condensate* di RC (*Raw Condensate*) *tank*.

### VI.3 Pengadaan Dan Kebutuhan Listrik

Sumber listrik di Kaltim-2 diperoleh dari *gas turbin generator electric* (GTGGE) 2010-U yang dapat memproduksi listrik sebesar 31 MW, 11 KV, 50 Hz dan  $\cos Q$  0.8. *Power* hasil dari 2010-U ini mengisi *switch gear* yang dilengkapi dengan 11 *breaker* di *control center* 2001-K melalui *breaker* 1 (2000 Amp capacity) sebagai distribusi.

Turbin Gas Generator terdiri dari 3 tingkat, dan kompressor udara terdiri dari 17 tingkat. Untuk start awal, digunakan bantuan motor diesel yang disambung ke kompressor untuk menggerakkan kompressor sehingga bisa menyerap udara.

Untuk menambah kehandalan pabrik, saat ini plant di PKT semuanya telah mempunyai suatu sistem interkoneksi (sistem integrasi). Dengan adanya integrasi,



apabila salah satu plant mengalami kegagalan Power, maka suplai power dari integrasi akan membuat plant ammonia tetap hidup pada rate minimum dengan kondisi plant urea mati (*shut down*). Pertimbangan untuk menjaga agar pabrik ammonia tetap berjalan adalah untuk memulai pabrik ammonia membutuhkan banyak energi dan juga membutuhkan waktu yang lama agar dapat berfungsi dengan baik. Berbeda dengan pabrik urea yang membutuhkan waktu *start-up* lebih singkat dan tidak membutuhkan banyak energi, oleh karena itu dari segi biaya, menjaga pabrik ammonia tetap berjalan meski dengan rate yang rendah akan menghasilkan keuntungan yang lebih besar. Kebutuhan listrik di Pabrik-2 sehingga dibutuhkan pengurangan beban power yang dikonsumsi. Hal ini diatur dalam mekanisme *load shedding*, yang mengatur item-item yang harus dimatikan saat terjadi *power failure*.

Saat ini GTG beroperasi dengan beban 22 MW dengan rincian distribusi listrik ke Pabrik-2  $\pm 16$  MW dan sisanya masuk ke sistem integrasi. System distribusi terdiri dari 10 trafo, 10 MCC, 4 EMCC, 1 *Uninterrupted Power Supply* (UPS) dan 6 bangunan MCC.

Peralatan utama pada *Gas Turbin Generator* (GTG) sebagai berikut

### **1. Compressor**

Merupakan alat yang berfungsi untuk menyuplai udara pembakaran dan pendinginan pada bagian-bagian tertentu seperti pada dinding ruang bakar, rotor, dan sudu – sudu turbin.

### **2. Ruang Bakar**

Merupakan tempat terjadinya pembakaran antara udara dan *fuel gas* ( $\text{CH}_4$ ) yang terdiri dari *burner*, *nozzle*, dan busi.

### **3. Turbine**

Berfungsi untuk menggerakkan generator sehingga listrik dihasilkan dengan menggunakan gas panas yang dihasilkan dari ruang pembakaran. Gas turbin adalah suatu mesin yang merubah tenaga panas (energi kinetik) menjadi tenaga mekanik berupa putaran rotor.

### **4. Filter Udara**

Adalah alat yang digunakan untuk menyaring kotoran di udara agar udara yang masuk ke kompresor bersih sehingga memudahkan proses kerja kompresor. Kotoran di udara juga dapat mencemari dan merusak bilah turbin. *Filter* harus selalu dipantau tingkat kekotorannya dan harus diganti bila tingkat kekotoran sudah mencapai tingkat tertentu.

### 5. *Cooling System*

Sistem ini berfungsi untuk memastikan suhu dan temperatur mesin dalam kondisi optimal sehingga tidak menghasilkan panas berlebih.

### 6. *Exciter*

*Exciter* merupakan alat yang digunakan untuk membangkitkan arus listrik DC untuk disalurkan ke rotor generator.

Adapun peralatan lain yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. *Generator Gas Turbin General Electric* (2010-U)
2. *Generator Emergency Diesel Yanmar* (2003-U)
3. *Uninterrupted Power Supply* (UPS-01)

### VI.3.1 *Generator Gas Turbine General Electric* (2010-U)

Pada turbin gas, tenaga penggerak sudu-sudu turbin berasal dari campuran udara yang dikompresi dan bahan bakar yang dibakar di dalam ruang pembakaran. Tenaga yang dihasilkan oleh turbin sebagian dipakai untuk menggerakkan compressor yang mensuplai udara di dalam ruang bakar sebagian lagi dipakai untuk keperluan lain seperti sebagai pembangkit listrik.

Apabila *starting system* dari *turbine* diaktifkan dengan *clutch* sudah tersambung, maka rotor *turbine* akan ikut berputar dan unit yang terhubung pada rotor (*compressor generator*) juga akan berputar. Jika kompresor mulai berputar maka udara luar akan terhisap oleh compressor, untuk menghindari surging selama *start-up* maka *blow-off valve* dari stage 11 akan terbuka dan IGV di atur pada posisi minimum. Ketika *speed* sudah mencapai 95 % *valve* stage 11 akan menutup dan IGV mulai bergerak membuka pada posisi normal operasi. Udara dari compressor mengalir ke *combustion chamber* bercampur dengan natural gas dan dinyalakan dengan bantuan busi. Selanjutnya ketika satu burner sudah mulai menyala maka burner yang lainnya pun akan ikut menyala. Gas proses dari *combustion chamber*



mengalir ke *tran suction piece* (10 buah) yang terletak pada *combustion chamber linier*, dari sini mengalir ke turbin yang terdiri dari 3 stage. Tiap stage terdiri dari jajaran *Nozzle* yang dilengkapi dengan turbine bucket di *nozzle* ini kecepatan gas meningkat dan menaikkan kecepatan gas kemudian menggerakkan *turbine bucket* sehingga seluruh rotor mulai berputar.

Setelah melalui stage ketiga, gas kemudian mengalir ke *exhaust duct* untuk dimanfaatkan panasnya sebagai pembangkit *steam* di WHB. Aliran mulai udara masuk mengalir ke kompresor ke ruang bakar bercampur dengan *fuel gas* dan dipakai menggerakkan turbine. Keluaran ke *exhaust duct* dinamakan *gas path*. Jika semua system telah berjalan dengan baik maka pada putaran turbine 100% Generator sudah dapat dibebani untuk menghandle kebutuhan listrik di Pabrik-2. Adapun System distribusi listrik terdiri dari sebagai berikut.

1. 11 *Power transformer*
2. 11 *motor control center* (MCC)
  - 1) BKR-1 *Incoming Feeder Breaker* dari GTG-GE dengan *BusBar*: 11 KV/11KV
  - 2) BKR-2 *Power* dari trafo 2 pembagian beban: Fasilitas Tie in K-1: 11 KV/6.9 KV
  - 3) MCC-3 *Power* dari trafo 3 pembagian beban: *AmmoniaPlant*: 11 KV/525 V
  - 4) MCC-4 *Power* dari trafo 4 pembagian beban: Urea: 11 KV/525 V
  - 5) MCC-5 *Power* dari trafo 5 pembagian beban: Urea: 11 KV/6.9 KV
  - 6) MCC-6 *Power* dari trafo 6 pembagian beban: Gudang Urea: 11 KV/400 V
  - 7) MCC-7 *Power* dari trafo 7 pembagian beban: SWI, *Rake screen*: 11 KV/525 V
  - 8) MCC-8 *Power* dari trafo 8 pembagian beban: SWI, SWP: 11 KV/6.9 KV
  - 9) MCC-9 *Power* dari trafo 9 pembagian beban: SWI, SWP: 11 KV/6.9 KV
  - 10) MCC-10 *Power* dari trafo 10 pembagian beban: Lampu penerangan: 11 KV/525 V
  - 11) MCC-11 *Power* dari trafo 11 pembagian beban: *Offsite (utility)*: 11 KV/525 V

12) BKR-12 *Power* ke reaktor untuk beban: Kompresor udara 101-JAM: 11 KV/11KV

13) MCC-13 *Breaker* 13 *stand by* : *Tie in Power* K-3: 11 KV/11KV

3. 4 *Emergency Control Motor Center* (EMCC)

4. 1 *Uninterrupted Power Supply* (UPS)

Berikut garis besar beban listrik pada Pabrik-2 PT. Pupuk Kalimantan Timur

Tabel VI.3 Beban listrik pada Pabrik-2 PT. Pupuk Kalimantan Timur

| Garis Besar Beban Listrik                           | Input KW        | % of Total   |
|-----------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| <i>Ammonia</i> dan K-101 JA                         | 5940.000        | 37.31        |
| Urea Plant                                          | 1270.000        | 7.980        |
| Gudang Urea                                         | 745.800         | 4.695        |
| SWI, Rake Screen                                    | 392.600         | 2.470        |
| 2 <i>Sea Prilling tower</i> pump                    | 2745.600        | 15.50        |
| 1 <i>Sea Prilling tower</i> pump                    | 1372.800        | 8.624        |
| Lampu penerangan                                    | 1140.000        | 7.162        |
| <i>Prilling tower</i> pump/ FD fan<br><i>Boiler</i> | 2310.500        | 14.51        |
| <b>Total</b>                                        | <b>15917.30</b> | <b>100.0</b> |

Sekitar 6.400 KW atau 40 % dari total pemakaian untuk *running* tiga pompa *sea prilling tower* (MCC 8 dan 9) akan memerlukan *Power* 30 % dan bila *running* empat pompa maka *power* akan bertambah 9– 10%. Total pemakaian *power* untuk utilitas berkisar 35 %, sedangkan konsumsi untuk *ammonia* dan *urea plant* 30 – 35 % dan sisa *power* 30 – 35 % ke Pabrik-1 yang membutuhkan *power* 8 – 10 MW.

#### VI.4 Unit *Plant air* (PA) dan *Instrument* (IA)

*Plant air* digunakan sebagai udara yang secara umum sebagai aerasi atau *mixing air tank hose connection* di utilitas, pembersihan udara filter pada gas turbin, pembersihan HPC *solution filter* di pabrik *ammonia*, dan *urea seeding* di unit urea. Sumber cadangan *Plant air* berasal dari *emergency* kompresor udara dan *back up* juga diberikan nitrogen bila terjadi kehilangan udara secara total. *Plant air* (PA) ini berupa udara basah yang selanjutnya akan diproses menjadi udara kering (*low dew*

*point*) atau *instrument air* (IA) yang akan digunakan hampir seluruh media *Power* untuk seluruh *instrument* yang beroperasi secara *pneumatic*.

Peralatan yang digunakan pada unit PA dan IA adalah sebagai berikut.

### 1. *Air Receiver*

Alat ini berfungsi untuk menampung udara yang diSupply dari *inter stage* udara *compressor* pabrik *ammonia* atau *Emergency* udara pabrik utilitas dengan tekanan operasi 8,8 kg/cm<sup>2</sup> dan volume 45 m<sup>3</sup>.

### 2. *Instrument Air Dryer*

Berfungsi menghilangkan uap air, debu, kotoran dan minyak yang ada didalam udara. Dengan *Design flow* 1459 m<sup>3</sup>/jam/Dryer dan *Exit dew point* -48 °C.

### 3. *Adsorbent type dryer*

*Desicant* : *Activated alumina*

*Dryer time* : 5 menit

Waktu regenerasi : 5 menit

*Dryer pressure drop* : 0,25 kg/cm<sup>2</sup>

### 4. *Perlengkapan*

1. 2 *pre filter* (*oil removal type*) masing-masing 4 buah *catrige*

2. 2 *after filter* masing-masing berisi 4 buah *catrige*

3. *Fully automatic timing control*

IA dan PA disuplai dari kompresor udara proses di *ammonia*, *Emergency compressor* udara (cadangan), nitrogen (back-up). Udara masuk ke *air receiver* yang mana diberikan untuk shutdown yang aman dari pabrik. Saat *Emergency*, *receiver tank* akan mensuplai 1,5 dari desain *flow* udara selama 8 menit dengan tekanan tidak lebih kecil dari pada yang dibutuhkan oleh user (min 4 kg/cm<sup>2</sup>).

Downstream dari *flow air receiver* dibagi untuk PA dan IA. *Plant air* dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk *Instrument Air*, sedangkan untuk keperluan lainnya seperti *seeding system* pabrik urea, Back washing filter larutan karbonat di pabrik *ammonia*, pembersihan filter udara di gas *turbin generator* dan *utility station* dapat digunakan tanpa melalui *Air Dryer*. *IA Dryer* terdiri dari 3 unit (2 bekerja, 1 stand by) dengan 100% rate. Kedua *IA Dryer* adalah

“*unheated depressurizing type*” dan membutuhkan 15% *flow* udara untuk regenerasi. *Back up* ke sistem udara di-*supply* oleh *emergency kompresor*.

N<sub>2</sub> dari pabrik-6 di distribusikan untuk sistem IA sebagai *back-up* terakhir. N<sub>2</sub> yang digunakan hanya untuk waktu singkat, dan saat dalam keadaan *emergency* sampai kompresor dapat beroperasi kembali atau mendapatkan *Supply* dari pabrik-6/3/4. IA untuk urea dan *ammonia loading* diberikan dari pabrik-6. *PA cross connection* diberikan dari pabrik-6/3/4 sebagai *back-up* ke *plant air system*.

Siklus proses aliran udara terdiri dari dua *desiccant chamber*. Salah satunya berfungsi sebagai media pengering jika yang lain dalam keadaan proses reaktivasi. Udara basah melewati *pre-filter* dan *inlet switching valve* masuk ke chamber yang mana akan mengalami pengeringan. Selama dikeringkan, udara mengalir ke bawah lewat *descicant bed* dan keluar lewat *outlet check valve*. Udara kering akan meninggalkan *dryer* dan mengalir melalui *after filter* dan masuk ke IA *header*. Setiap *dryer* akan di tank dan regenerasi selama 5 menit.

Awal regenerasi, *chamber* diberikan tekanan operasi sampai tekanan atmosfer dengan aliran keatas melalui *exhaust silencer* menuju atmosfer. Sebagian udara kering dari *drychamber* dilewatkan *purge flow control* dan *check valve* kemudian naik ke atas melalui *chamber* yang akan di regenerasi. *Purge* membawa kandungan air dari *regenerating chamber exshaust valve* kemudian keluar *exshaust purge*.

### VI.5 Unit Formaldehyde Concentrate (UFC)

Unit ini berfungsi menghasilkan UFC 85 untuk kebutuhan urea untuk meningkatkan kekuatan dan menghindari *caking urea prill*. *Formaldehyde* terbentuk dari sintesa *Methanol* (CH<sub>3</sub>OH) dengan oksigen (O<sub>2</sub>) yang berasal dari udara dengan bantuan katalis *ferry molibdate molybdenum oxide* (Fe<sub>2</sub>(MO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MO<sub>3</sub>). *Formaldehyde* yang terbentuk selanjutnya kemudian direaksikan dengan urea untuk menghasilkan UFC.

Adapun unit-unit dan alat-alat yang digunakan di UFC sebagai berikut.

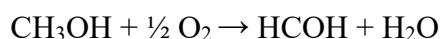
1. *Bagian raw material*
  - a. Tangki penyimpanan *Methanol* (T-201)
  - b. *Buffer tank Methanol* (T-101)



- 
- c. *Methanol evaporator* (E-101)
  - d. *Buffer tank urea* (T-102)
  2. Bagian sintesa
    - a. Kompresor udara (B-102)
    - b. Reaktor (R-101)
    - c. *Oil System separator* (B-102)
  3. Unit absorpsi dan *treatment*
    - a. *Absorber* udara (F-101)
    - b. *Incenerator catalytic converter* (R-102)
  4. Bagian penyimpanan produk
    - a. Tangki penyimpanan produk UFC (T-202)

Proses pembuatan UFC dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu sintesa *formaldehyde* dan absorpsi *formaldehyde*. Sintesa *formaldehyde* menggunakan bahan baku *Methanol* dengan oksigen yang berasal dari udara bebas. Produk *formaldehyde* yang terbentuk kemudian di-absorb oleh *urea solution* yang diencerkan dengan air demin sehingga menghasilkan produk UFC.

*Methanol* dari *Methanol Receiving Tank* dialirkan ke *Methanol Buffer Tank* dengan pompa P-101 A/B dengan *Condensate Steam* sebagai pemanas dari evaporator. Uap *Methanol* tersebut dicampurkan dengan udara yang disirkulasikan oleh *blower*. Campuran gas ini dipanaskan terlebih dahulu sebelum masuk reaktor (200-205°C). Pemanasan suhu ini bertujuan untuk mencapai temperatur reaksi dan juga untuk mencegah terjadinya oksidasi katalis. Campuran ini kemudian diumpukan dalam Reaktor R-101. Reaksi ini menggunakan katalis FK-2 ( $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_2\text{MoO}_3$ ) dengan reaksi sebagai berikut:



Sebagian kecil dari HCHO akan teroksidasi menjadi *Formic Acid*, yang selanjutnya akan terurai menjadi CO dan H<sub>2</sub>O, disamping itu juga akan terbentuk sedikit *dimethyl eter*.



Reaksi pembentukan *formaldehyde* sangat eksotermis, untuk menjaga kondisi temperatur yang optimum dan mengatur komposisi/formasi produk, panas reaksi





---

diambil dari luar *tube catalys* oleh *dowterm oil*. Oli akan masuk sebagai pendingin dengan fase *liquid* jenuh, kemudian akan keluar dari reaktor dalam fase uap jenuh. Uap yang keluar akan masuk *oil separator* yang selanjutnya akan digunakan sebagai pemanas pada proses *gas heater* dan *Tile Gas Heater*. Kelebihan panas akan didinginkan dalam *air cooler for oil*. Selanjutnya oli yang keluar pada Proses *gas heater*, *tail gas heater* serta *air cooler for oil* berupa liquid jenuh dan masuk ke *oil separator* untuk dipergunakan sebagai pendingin lagi.

Gas panas keluaran reaktor yang mengandung *formaldehyde* didinginkan dan dipakai untuk membangkitkan steam tekanan 0,06 kg/cm<sup>2</sup> (T = 102 0C) di WHB, yang digunakan sebagai media pemanas pada evaporator *methanol*. *Steam* yang dibangkitkan ini merupakan siklus tertutup dimana *feed* dari *steam* WHB ini merupakan kondensat dari *steam* yang digunakan untuk memanaskan *methanol evaporator*. Gas produk yang kaya akan *formaldehyde* kemudian masuk dari bagian bawah absorber diserap oleh larutan produk yang dipompakan P-106 A/B ke bagian tengah dan sisa gas *formaldehyde* yang belum terserap mengalir ke atas dan diabsorb dengan menggunakan *urea solution* dan *demin prilling tower* sebagai larutan absorbennya di (*Urea Formaldehyde Absorber*) F-101 untuk menghasilkan UFC.

Pada proses absorpsi, dilakukan pengaturan pH di larutan *reflux* agar tetap basa (dikisaran 9) untuk mencegah penggumpalan dari larutan absorben di F-101 akibat dari adanya *formic acid* yang terbentuk. Pengaturan pH ini dilakukan dengan menggunakan injeksi NaOH sehingga *formic acid* akan ternetralisasi sehingga tidak akan terjadi gumpalan pada seksi absorber. Gas-gas yang tidak terserap, keluar dari bagian atas *absorber*, sebagian dimasukkan lagi ke reaktor sebagai *recycle gas* dan sebagian lagi sebagian lagi dibakar di *catalytic incinerator*.