

**PENENTUAN HEAT FLUX PADA ELECTRIC FURNACE
#4 DI PT. INCO TBK, SOROWAKO**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3)
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

Oleh :

BASRATIA

331 08 055

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR**

2011

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Sesuai dengan Surat Tugas Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Nomor :

'AK/2011 dengan ini menyatakan menerima dan menyetujui Tugas

Akhir dengan judul "**Penentuan Heat Flux pada Electric Furnace #4 di**

PT INCO Tbk, Sorowako" oleh **Basratia Nim 331 08 055**.

Makassar, 04 November 2011

Mengesahkan,

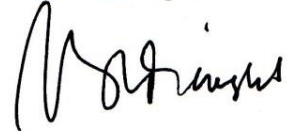
Pembimbing I



Tri Hartono, LRSC.,M.Chem.Eng

NIP. 19631225 199202 1 001

Pembimbing II



Muh. Badai S.T.,M.T

NIP. 19600722 198811 1 001

Mengetahui,

a.n Direktur,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir.Swastanti Brotowati, M.Si

NIP.19560909 198903 2 002

HALAMAN PENERIMAAN PANITIA UJIAN SIDANG

Pada hari Jum'at tanggal 04 November 2011, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima baik hasil Tugas Akhir dengan **judul “ Penentuan Heat Flux pada Electric Furnace #4 di PT INCO Tbk, Sorowako”** yang di ajukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat ujian guna menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 04 November 2011

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

1. Ir. Swastanti Brotowati, M.Si
2. Joice Manga, S.T.,M.T
3. Ir. Barlian Hasan, M.T

Ketua (.....)

Sekretaris (.....)

Anggota (.....)

ABSTRAK

(Basratia), Penentuan Heat Flux pada Electric Furnace #4 di PT. INCO Tbk, Sorowako, (Pembimbing I : Tri Hartono, LRSC.,M.Chem.Eng dan Pembimbing II : Muh.Badai, S.T.,M.T)

PT. INCO Tbk, Sorowako merupakan salah satu perusahaan atau industri terbesar di dunia yang bergerak di bidang penambangan dan pengolahan logam *nickel* dengan menggunakan teknologi canggih. Salah satu tahapan pengolahan bijih *nickel* laterit menjadi *nickel matte* adalah proses peleburan pada *electric furnace*. PT. INCO memiliki 4 buah *furnace* yang memiliki 3 buah elektroda karbon yang berfungsi sebagai penghantar panas. Panas yang bersumber dari elektroda di transfer ke segala arah, ke atas, ke samping atau kebawah. Transfer panas ke samping (dinding) *furnace* di sebut *Heat Flux*.

Tujuan dari proses didalam *furnace* ini untuk mengetahui berapa nilai *heat flux* pada *furnace* #4 secara umum dan pada khususnya pada row 3, dan membandingkan nilai *heat flux* pada pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* antara *before* dan *after* pada row 3.

Metode yang digunakan adalah pengumpulan data-data operasional pabrik dan data-data lain yang diperlukan pada objek yang diteliti yaitu unit *furnace* #4. Untuk melakukan hal ini dilakukan pengawasan langsung yaitu dengan observasi pada beberapa unit kerja serta melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang terkait serta literatur. Data-data yang telah dikumpulkan di olah berdasarkan persamaan-persamaan sesuai yang didapatkan dari literatur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada *furnace* #4 PT.INCO Tbk, Sorowako pada bulan Agustus-Oktober 2011 memiliki nilai *heat flux* yang melebihi nilai standar yaitu pada *Zone D* row 3 dengan nilai *heat flux* sebesar 11168 Btu/hr.ft².

ABSTRACT

(Basratia), Determination of the Heat Flux in the Electric Furnace #4 in PT. INCO Tbk, Sorowako, (Advisor I: Tri Hartono, LRSC.,M.Chem.Eng and Advisor II: Muh.Badai, S.T.,M.T)

PT. INCO Tbk, Sorowako is one of the largest industrial companies in the world or engaged in the mining and processing of nickel metal by using advanced technology. One of the stages of lateritic nickel ore processing into nickel matte is the melting process in electric furnaces. PT. INCO furnace has 4 pieces that have 3 pieces of carbon electrode that serves as a conductor of heat. Sourced heat transfer from the electrode in all directions, upwards, sideways or down. Heat transfer to the side (wall) furnace is called the Heat Flux.

The purpose of this process in the furnace to see how the value of heat flux on furnace #4 in general and in particular in row 3, and compare the value of heat flux on the Tip and Base temperature readings between the before and after the row 3.

The method used is the collection of plant operational data and other data required on the object under study is the unit furnace #4. To do this do the direct supervision of the observations on some unit of work and conduct interviews with relevant parties as well as literature. The data have been collected if appropriate based on equations obtained from the literature.

The results showed that the furnace #4 PT.INCO Tbk, Sorowako in August-October 2011 has a value of heat flux that exceeds the standard value that is in Zone D row 3 with a heat flux value of 11 168 Btu/hr.ft².

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya lah sehingga Laporan Tugas Akhir ini penulis dapat terselesaikan. Laporan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat akademik pada Program Studi Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini kami banyak mengalami kendala, namun berkat bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, walaupun masih banyak kekurangannya. Karena itu kiranya izinkan kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.Pirman, M.Si, selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang yang memberikan kesempatan mengikuti pendidikan di PNUP.
2. Ibu Ir.Swastanti Brotowati, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang yang memberikan perhatian dan bimbingannya selama ini.
3. Bapak Tri Hartono, LRSC.,M.Chem.Eng pembimbing pertama yang senantiasa memberikan bimbingan , arahan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Muh. Badai S.T.,M.T selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan nasehat kepada penulis.
5. Ibu Villia Darma Pharamitha STP,M.Food.,Sc selaku wali kelas III yang senantiasa memberikan nasehat serta motivasi selama ini.

6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Kimia PNUP yang dalam \pm 3 tahun ini memberikan motivasi dan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi kami.
7. Terima kasih yang tak terhingga kepada semua keluarga ku terutama kepada kedua orang tua ku yang sangat saya sayangi, dan saudara-saudaraku yang saya banggakan yang telah mendoakan dan memberikan semangat yang sangat luar biasa, tanpa mereka saya tidak sampai seperti sekarang ini.
8. Seluruh teman-teman dan sahabat-sahabat ku atas kebersamaannya selama ini dalam susah ataupun senang yang tak henti memberikan semangat dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, serta banyak merepotkan beberapa pihak, oleh karena itu penulis mohon maaf Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam laporan kerja praktek ini, maka penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna memperbaiki laporan dimasa depan. Semoga laporan ini memberikan manfaat bagi kita semua.

Atas perhatian dan kerja sama semua pihak, diucapkan terima kasih.

Sorowako, Desember 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN UJIAN SIDANG	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan	2
D. Manfaat	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Proses Pengolahan	4
B. Electric Furnace	16
C. Heat Flux	20

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	24
B. Metode Pengumpulan Data	24
C. Teknik Analisa Data	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	26
B. Pembahasan	36

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	37
B. Saran	42

DAFTAR PUSTAKA	43
-----------------------------	----

LAMPIRAN	44
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Dryer Flow Sheet	5
Gambar 2.2 Reduction Kiln Flow Sheet	9
Gambar 2.3 Furnace Flow Sheet.....	12
Gambar 2.4 Converter Flow Sheet.....	13
Gambar 2.5 Drying & Packing Flow Sheet	15



DAFTAR SINGKATAN

ESP : Electrostatic Prespirator

HSFO : High Sulfur Fuel Oil

DKP : Dryer Kiln Product

DOS : Dried Ore Storage

MMI : Measurement Instrument

NMH : North Matte Hole

SMH : South Matte Hole

NSH : North Slag Hole

SSH : South Slag Hole

TC : Thermocouple

CC: Copper Cooler



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Instrumentasi	44
Lampiran 2 Gambar yang menunjukkan cara me-review <i>thermocouple</i>	45



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Berbagai industri telah dibangun untuk menunjang peningkatan kemakmuran rakyat, karena selain dapat menyediakan lapangan kerja dengan menyerap jumlah tenaga kerja yang cukup besar, industri juga dapat meningkatkan ekonomi Negara untuk pembangunan di berbagai sektor. Salah satu jenis industri yang dapat menunjang peningkatan kemakmuran rakyat adalah industri pengolahan *nickel* di PT. INCO yang mempunyai kapasitas produksi yang cukup besar. PT. INCO, Tbk merupakan salah satu perusahaan atau industri terbesar di dunia yang bergerak di bidang penambangan dan pengolahan logam *nickel* (Ni) dengan menggunakan teknologi yang canggih. (Kartajaya Hermawan dan Taufiq,2009)

Salah satu tahapan pengolahan biji *nickel* laterit menjadi *nickel matte* PT. INCO Sorowako adalah proses peleburan pada *electric furnace*. Proses ini bertujuan untuk melebur *calcine* menjadi *slag* dan *matte*. PT. INCO memiliki 4 buah *furnace* yang masing-masing memiliki 3 buah elektroda karbon yang berfungsi sebagai penghantar panas. Ketiga elektroda karbon ini dapat menghantarkan listrik hingga 60-65 MW, sehingga dapat meleburkan *calcine* yang berada dalam tanur.

Dinding *furnace* bagian dalam dilengkapi dengan batu tahan api (*Refractory*) dan juga dilengkapi dengan sistem pendingin. Sebagai fluida pendinginnya digunakan air dan udara. Udara digunakan untuk mendinginkan dasar *furnace* melalui lima buah *fan* yang dampernya diatur sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan air digunakan untuk mendinginkan bagian dinding dan beberapa bagian lain yang berhubungan dengan panas. Panas yang bersumber dari elektroda ditransfer ke segala arah. Ke atas, ke samping (dinding) atau ke bawah. Transfer panas ke samping (ke dinding) yang dinamakan *heat flux*.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimanamenentukan *heat flux* pada *electric furnace #4* di PT. INCO dan cara menurunkannya.
2. Bagaimana membandingkan nilai *heat flux* dengan menggunakan temperature *Tip* dan *Base* antara *before* dan *after* pada Row 3.

C. Tujuan

1. Menentukanberapa *Heat Flux* di *Electric Furnace #4* pada Row 3 di PT. INCO.
2. Membandingkan nilai *heat flux* dengan menggunakan temperature *Tip* dan *Base* antara *before* dan *after* pada Row 3.

D. Manfaat

1. Mengetahui secara umum proses produksi *Nickel Matte* di PT. INCO.
2. Merupakan acuan untuk melakukan perbaikan pada *Electric Furnace #4* di PT.INCO.
3. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

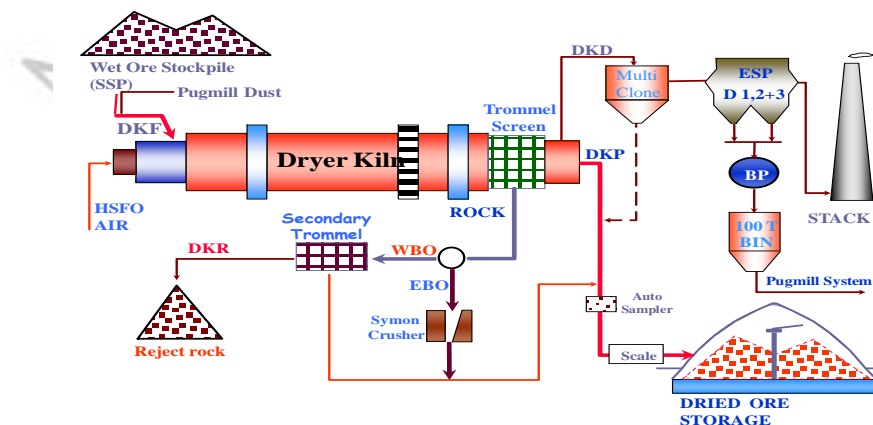
A. Proses Pengolahan

Proses pengolahan di pabrik PT INCO, Tbk menggunakan proses *pyrometallurgy* yaitu proses pengolahan bijih *nickel* dengan menggunakan panas atau api. Proses ini terdiri atas beberapa tahapan, yaitu:

1. Pengerinan (*Ore Dryer*)

Bertujuan untuk menurunkan kadar air bijih laterit yang semula berkisar 30 – 34 % menjadi 20% dan memisahkan bijih yang berukuran +1 inch dan – 1 inch. Kadar air bijih laterit yang diturunkan menjadi 20% bertujuan agar bijih tidak terlalu basah atau terlalu kering, jika bijih terlalu kering akan mengakibatkan banyak Ni yang terbuang dan menimbulkan debu yang banyak di sekitar tempat penyimpanan. Apabila bijih terlalu basah material akan cenderung melekat sehingga mempersulit penyaringan dan proses selanjutnya. Proses pengerinan berlangsung dengan arah aliran searah (*co-current*), sehingga baik *ore* maupun gas panas masuk melalui ujung yang sama. Ada tiga unit *dryer* yang digunakan di PT INCO. Ketiga *dryer* ini menggunakan ESP (*Electrostatic Precipitator*). Fungsi dari ESP ini adalah untuk menangkap debu yang melewati *multiclone*.

Dryer dilengkapi dengan *lifter* untuk memperbesar permukaan kontak antara umpan dan gas panas. Pada *dryer* ini terdapat dua *burner*, yaitu *mainburner* dan *secondary burner* yang berfungsi untuk membantu pembakaran. Panas yang dipergunakan untuk mengeringkan bijih berasal dari pembakaran minyak HSFO (*High Sulfur Fuel Oil*). Produk dari *dryer* (DKP) mengalami proses pengayakan kembali dengan *trommel screen* untuk memperoleh bijih dengan ukuran – 1 inci. Bijih *westblock* yang *over size* dimasukkan dalam *secondary trommel screen* untuk mendapatkan bijih berukuran – 1 inci yang lolos saringan pertama dan sisanya bijih + 1 inci kemudian di buang ke tempat pembuangan. Sedangkan bijih *east block* yang *reject* dihancurkan oleh *symon crusher* dan kemudian di gabungkan dengan produk *dryer*. DKP ini kemudian dimasukkan ke dalam tempat penyimpanan bijih kering yaitu DOS (*Dried Ore Storage*). Di dalam DOS, bijih *west block* dan *east block* di simpan secara terpisah.



Gambar 2.1 dryer flow sheet

2. Reduction Kiln

Bertujuan untuk menghilangkan kandungan air di dalam bijih, mereduksi sebagian *nickel* oksida menjadi *nickel* logam, dan sulfidasi. PT INCO mempunyai lima unit *reduction kiln*. Reduksi ini dimaksudkan untuk menghabiskan kadar air dengan mereduksi *nickel* oksida menjadi bijih *nickel* kering dari *east block* dan *west block* dan dicampur agar nisbah silica terhadap magnesia tidak lebih dari 2,05-2.25 campuran dipanaskan oleh gas hasil pembakaran minyak residu.

Proses yang terjadi di dalam *reduction Kiln* :

- Menghilangnya kandungan air dan air kristal
- Pencampuran dengan Batu bara untuk persiapan dimasukkan ke dalam *furnace*
- Pencampuran *calcine* hasil *reduction kiln* dengan belerang yang dicairkan agar *nickel matte* yang dihasilkan mengandung sulfida 8-10%
- *Calcine* panas (680-720) derajat celcius yang keluar dari *reduction kiln* ini dimasukkan dalam suatu wadah.

Secara garis besar, daerah dalam *reduction kiln* ini dibagi menjadi 3 zona :

1) Zona Pengeringan Lanjut / *Preheating*

Zona ini terletak mulai dari *feed end* hingga ± 25 m dari *feed end*.

Pada zona ini, dilakukan pengeringan lebih lanjut untuk menghilangkan air bebas yang masih terkandung dalam DKP sampai kadar air 0% dengan reaksi dehidrasi (temperatur 250 - 310° C).

2) Zona Kalsinasi

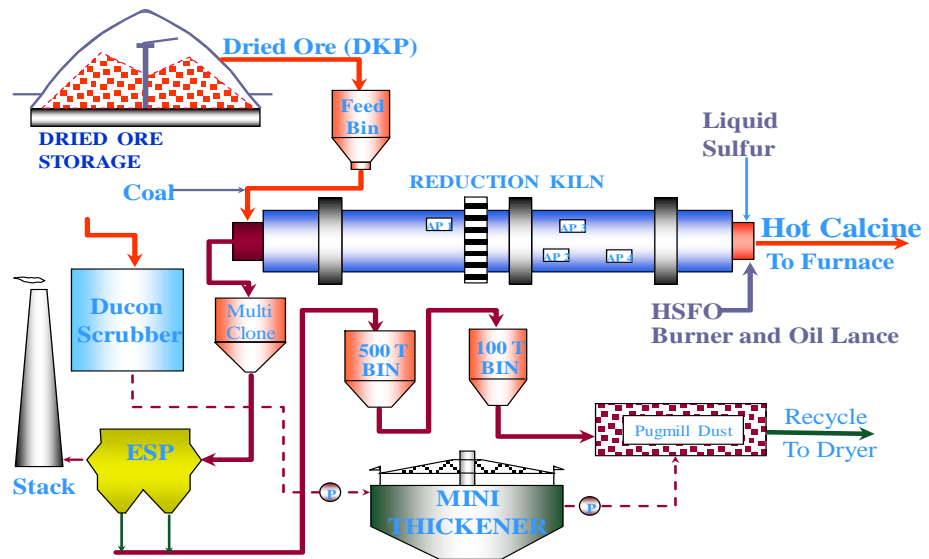
Zona ini terletak sesudah zona pengeringan lanjut dan terbentang sejauh ± 8 m. Di sini terjadi pemanasan dan penghilangan air kristal yang masih terdapat dalam umpan. Temperatur penghilangan air kristal dimulai dari 350 °C.

3) Zona Reduksi

Pada daerah ini terjadi proses reduksi dari logam-logam oksida yang berasal dari umpan karena reaksi dengan C, CO, dan H₂ yang berasal dari pembakaran.

Calcine yang dihasilkan diharapkan memiliki temperatur $>700^{\circ}\text{C}$ dan mengandung Ni sebesar $\pm 2\%$. *Calcine* ini terdiri dari NiS, NiO, FeO, Fe₃O₄, FeS, Fe, C, MgO. Pada saat *calcine* akan memasuki *surge bin* untuk kemudian dimasukkan ke dalam *furnace*, *calcine* ditambahkan dengan sulfur cair. Sulfur cair ini berfungsi untuk mengikat logam-logam yang telah tereduksi agar tidak kembali teroksidasi, karena Ni⁰ dan Fe⁰ bersifat tidak stabil. Selain itu penambahan sulfur juga berguna menurunkan titik lebur *calcine* disamping untuk memenuhi spesifikasi *nickel matte* yang diinginkan. Dengan demikian penambahan sulfur harus diatur sedemikian rupa sehingga perbandingan *nickel*: sulfur di dalam *Electric Furnace Matte* nanti sekitar 1 : 3. Hal ini penting untuk menjaga agar produk *nickel matte* yang dihasilkan memenuhi persyaratan dari konsumen. Debu yang terkandung dalam gas panas yang dihasilkan oleh *reduction kiln* ini dipisahkan oleh *multi clone*. Dari *multi clone*, debu masuk ke tempat penampungan debu (500 ton bin) untuk kemudian dicampur dengan *slurry* pada *pugmill* dan kembali menjadi umpan *dryer*. Sedangkan debu yang lolos dari *multiclone* ini masuk ke dalam ESP (*Electrostatic Precipitator*) kemudian keluar melalui *stack*. Proses reduksi bertujuan untuk membentuk Ni dan Fe bebas yang terpisah dari persenyawaan oksidanya dan dilanjutkan dengan proses sulfida untuk mengikat logam bebas menjadi logam sulfida.

Perbandingan tersebut berdasarkan kandungan Silika dan Magnesia yang terdapat dalam kedua blok. Perbandingan Silika – Magnesia tersebut berpengaruh besar terhadap proses di *electric furnace*. Rasio $\text{SiO}_2 / \text{MgO}$ yang tinggi akan meningkatkan sifat asam slag yang dapat menyebabkan pengikisan atau bereaksi dengan batu tahan api pada *electric furnace*. Hal ini dapat memperpendek umur dan ketahanan batu tahan api. Rasio $\text{SiO}_2 / \text{MgO}$ yang maksimum diperbolehkan adalah 2.25. Hasil pencampuran dari kedua blok tersebut diumpungkan ke tanur reduksi bersama dengan batubara (*Coal*) yang mengandung *fixed C* sekitar 46%. Batubara berfungsi sebagai reduktor pada proses ini.



Gambar 2.2 Reduction Kiln Flow Sheet

3. Peleburan

Bertujuan untuk melebur *calcine* hasil kalsinasi/reduksi sehingga terbentuk fasa lelehan *matte* dan *slag*. Proses peleburan merupakan lanjutan dari proses reduksi dan Sulfidasi, yang dilakukan dalam *electric furnace*. Dilanjutkan dengan proses pemisahan bagian yang kaya *nickel* berdasarkan perbedaan berat jenis.

Beberapa proses yang berlangsung selama *calcine* berada dalam *electric furnace* adalah :

- Penghilangan air kristal yang masih tertinggal didalam *calcine*.
- Penyelesaian proses reduksi dengan menggunakan karbon batubara yang tercampur dalam *calcine*.
- Peleburan *calcine* menjadi *matte* dan *slag*.

Kandungan *matte* yang merupakan produk *electric furnace* diatur berdasarkan tingkat reduksi dalam *reduction kiln* dan kandungan karbon dalam *calcine*. Produk *matte electric furnace* diharapkan mempunyai komposisi Ni 25%-30%, Fe35%-60%, S8%-10%. Hingga kini , PT INCO telah mengoperasikan empat buah *electric furnace*.

Hasil peleburan *calcine* akan menghasilkan *slag* yang berkadar *nickel* rendah dan *matte* yang berkadar *nickel* tinggi. Proses pemisahannya berdasarkan perbedaan berat jenis sehingga *matte* akan mengendap dan *slag* akan terapung di atas *matte*.

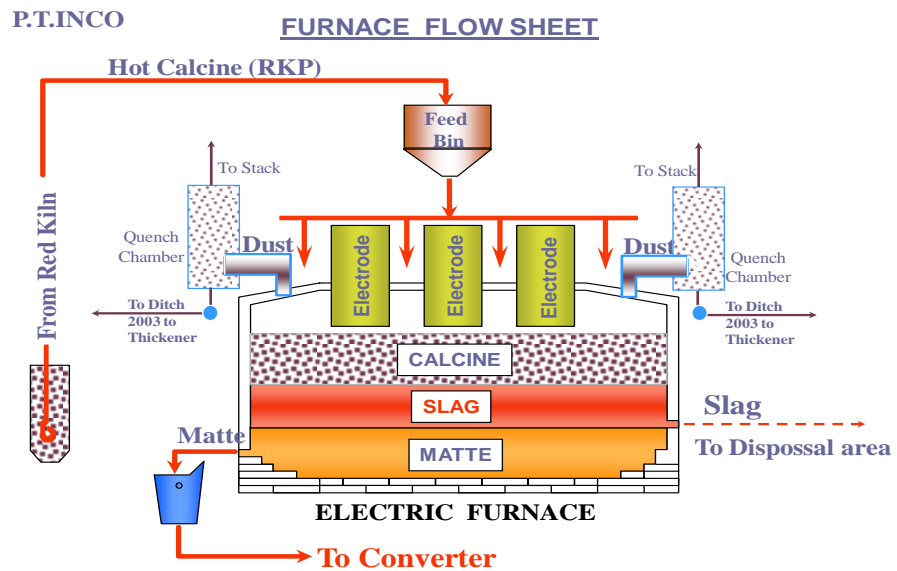
Matte dan *slag* dikeluarkan dari *electric furnace* yang mempunyai 4 buah lubang pengeluaran yaitu 2 buah lubang pengeluaran *slag* yang

disebut *slag hole* dan 2 buah lubang pengeluaran *matte* yang disebut *matte hole*. Letak *slag hole* sekitar 32 inch di atas *matte hole*.

Proses pengeluaran *slag* disebut *skimming*. Untuk melakukan *skimming*, level *slag* harus setinggi 5 inch - 10 inch dari *slag hole*. Pengeluaran *slag* ini dilakukan dengan mengebor lubang *slag* dan mengalirkan *slag* melalui *slag launder* (saluran *slag* dilengkapi dengan pendingin air). *Slag* tersebut ditampung di dalam *ladle* dan diangkut oleh *haul master* ketempat pembuangan *slag* (*slag dump*).

Proses pengeluaran *matte* disebut *tapping*. *Tapping* dilakukan dengan membuka lubang pengeluaran *matte* menggunakan *oxigen lance* (pengeboran dengan menggunakan campuran oksigen dan *acetilen*). *Matte* yang keluar juga ditampung *ladle* dan dibawah oleh *hot metal crane* ke unit *converter* untuk diproses lebih lanjut kemudian lubang *matte* ditutup kembali dengan menggunakan lempung *tar-mag*. Pada peleburan di dalam *electric furnace* menghasilkan panas yang sangat tinggi. Panas yang tinggi ini menyebabkan *electric furnace* lebih cepat menjadi rusak. Untuk mengatasi hal tersebut, *electric furnace* dilapisi dengan batu tahan api (*magnesia brick*) dan juga dilengkapi dengan sistem pendingin. Jenis pendingin yang digunakan adalah udara dan air. Udara digunakan untuk mendinginkan dasar *electric furnace* melalui 5 buah *fan* yang dampernya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

Air digunakan untuk mendinginkan bagian dinding, dan beberapa bagian lain yang berhubungan langsung dengan panas. Air pendingin berasal dari dua sumber yaitu dari *recirculating tank* dan dari *matte pond*. Air yang telah disirkulasi dari tangki didinginkan dengan *heat exchanger* dimana air pendinginnya diperoleh dari menara pendingin (*cooling tower*).

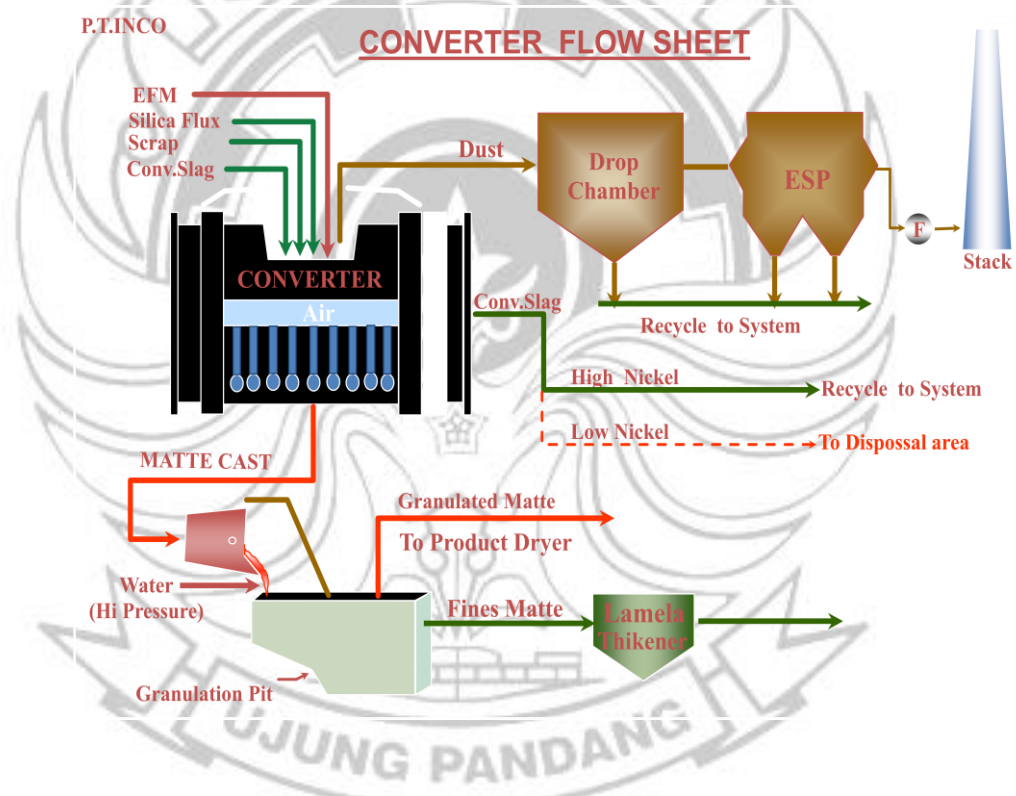


Gambar 2.3 Furnace Flow Sheet

4. Pemurnian

Bertujuan untuk menaikkan kadar Ni di dalam *matte* dari sekitar 27% menjadi di atas 75%. Untuk meningkatkan kadar *nickel* menjadi 78%-80% dilakukan pemurnian di dalam *converter* dengan cara mengikat besi (*Fe*) menggunakan silica *flux* kemudian membuang fase *slag* (*Converter Slag*) dan hasil akhir adalah *nickel matte* dengan komposisi *matte* 78%-80% Ni, kemudian *nickel matte* digranulasi,

dikeringkan, disaring dan dimasukkan dalam *nickel bag* @ 3000 Kg dan siap untuk diekspor. Proses pemurnian merupakan proses akhir yang menentukan kualitas produk *nickel matte* sebelum dipasarkan. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kadar *nickel matte* menjadi 78% - 80% sesuai dengan permintaan konsumen. Produk akhir yang diharapkan setelah selesainya proses pemurnian adalah *matte* dengan kadar Ni 78% - 80% , Fe < 0.7%, dan S 18.5% - 22%.



Gambar 2.4 Converter Flow Sheet

5. Proses Penanganan Produk

Nickel matte yang merupakan produk di *converter* dibentuk menjadi butiran (*granul*) kering yang siap untuk dipasarkan. Beberapa tahapan operasi yang dilakukan dalam proses penanganan produk :

1. Granulasi (pembutiran)

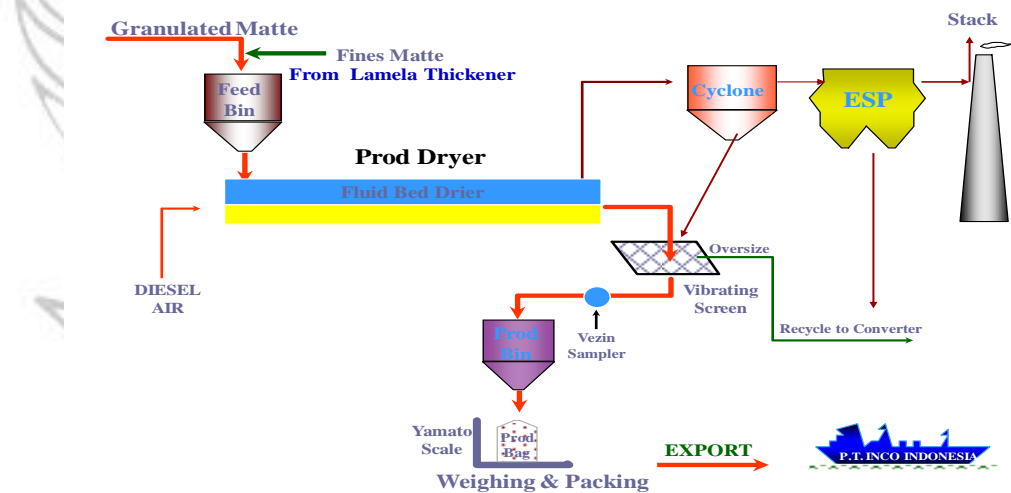
Bertujuan untuk mengubah bentuk *matte* dari logam cair menjadi butiran-butiran yang siap diekspor setelah dikeringkan dan dikemas. Proses granulasi dimaksudkan untuk menghasilkan produk berbentuk butiran yang berukuran tertentu. Proses ini dilakukan dengan cara menuangkan *matte* cair pada semburan air bertekanan tinggi. Karena adanya penurunan temperatur yang cepat dan tekanan air yang besar maka *matte* cair akan berubah menjadi butiran-butiran halus.

2. Pengeringan

Matte yang berbentuk butiran diangkat oleh *clamp shell* dari bak penampung menuju *hopper* dan dalam keadaan basah dialirkan ke *dewatering conveyor* yang dilengkapi dengan pompa hisap (*vacum Pump*) sehingga kandungan air yang tertinggal pada butiran yang keluar dari *dewatering conveyor* sekitar 5%. Proses selanjutnya adalah pengeringan yang dilakukan dalam *fluid bed dryer*.

3. Pengemasan

Butiran dari *fluid bed dryer* diangkut ke *vibrating screen* melalui *bucket elevator* dilengkapi dengan kantong sampel yang digunakan untuk mengambil produk sebagai bahan analisa *slaghir* sebelum produk dipasarkan. Butiran yang sudah tersaring, ditampung dalam bin penampung produk. Dari bin penampung, produk dimasukkan dalam kantong dan ditimbang. Kapasitas tiap kantong sekitar 3 ton *nickel matte*. Setelah analisa *slaghir* menyatakan bahwa produk tersebut telah memenuhi standar, kantong-kantong tersebut diangkut ke Balantang dan siap untuk dipasarkan ke Jepang yang merupakan konsumen tunggal dari produk *nickel matte* PT INCO Sorowako.



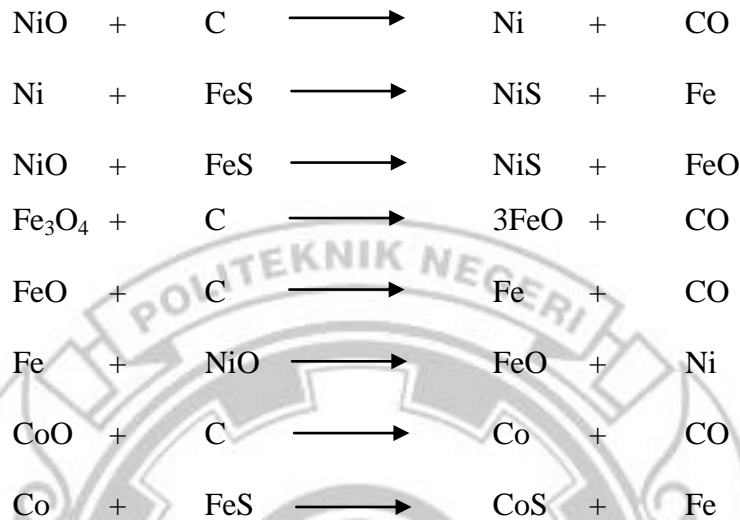
Gambar 2.5 Drying & Packing Flow Sheet

B. Electric Furnace

Electric furnace adalah alat yang digunakan untuk melebur dan memproses bijih-bijih logam menjadi sejenis logam yang diharapkan. Disini bijih logam yang dimasukkan ke dalam *furnace* sebagai bahan baku adalah *calcine* yang sudah direduksi dengan suhu $\geq 700^{\circ}\text{C}$, lalu dipanaskan dengan tenaga listrik melalui elektroda sampai melebur. Karena berat jenis (BJ) yang berbeda maka setelah *calcine* itu melebur, logam dengan BJ yang kecil akan mengapung di bagian atas, dan logam yang BJ nya lebih berat akan berada di bagian bawahnya. Yang dimaksud dengan berat jenis di sini adalah kandungan *nickel* (Ni). BJ lebih kecil berarti kadar *nickel*nya kecil, begitu pula sebaliknya. Bagian atas inilah yang kita sebut “*SLAG*”. Jadi disamping meleburkan, *furnace* juga berfungsi untuk memisahkan antara *slag* dengan *matte*. *Slag* langsung dibuang ke *slag disposal (slag dump)*, sedangkan *matte* diproses di unit lain (*Converter*) untuk mencapai *nickel matte* yang berkadar lebih tinggi ($\pm 78\%$ Ni). Sistem umpan dari *electric furnace* berada di bagian atas yang bekerja secara kontinu dilengkapi dengan 9 *feed bin*. Setiap *feed bin* dilengkapi dengan *butterfly valve* untuk mencegah terjadinya kontak antara *calcine* dengan udara luar, agar tidak terjadi oksidasi.

Reaksi reduksi terjadi pada *calcine* yang mengandung belerang (sulfur) dan karbon bebas, maka pada proses peleburan akan terjadi reaksi antara *nickel* tak tereduksi (NiO) dengan karbon membentuk *nickel* tereduksi

yang selanjutnya akan bereaksi dengan sulfida menjadi *nickel matte*, persamaan reaksinya dapat dinyatakan sebagai berikut:



Pada *electric furnace* juga dilengkapi dengan *Thermocouple*, yaitu alat pengukur temperature *furnace* yang di tempatkan di bagian dasar, dinding maupun atas. Alat-alat ini dihubungkan ke *control room* agar dapat dibaca, dicatat dan direcord. *Thermocouple-thermocouple* yang dipasang pada dinding *furnace*, adalah untuk memonitor/mengukur temperatur batu tahan api pada kedalaman yang sama. Hasil pengukuran dapat dibaca pada layar monitor yang sudah terpasang pada *furnace* #1,#2,#3 & #4 *control room*.

Selain *refractory* (batu tahan api dinding *furnace*), pada *Copper cooler* juga dipasang *thermocouple* yang memonitor/mengukur temperatur sekeliling dinding *furnace*. Terutama pada daerah “*opposite*” (berhadapan) tiap elektroda. Hal ini dilakukan, karena daerah-daerah tersebut yang paling banyak menerima panas akibat proses peleburan *furnace* (*turbulency current/panas*).

Dinding *furnace* yang berbentuk silinder ini terdiri dari pelat baja tebal 1 inch, pasta dan bata tahan api sebagai lapisan bagian dalam. Karena menahan panas yang cukup tinggi maka dinding ini didinginkan dengan cara penyemprotan air kebagian luar dari dinding baja dan aliran air yang melalui *copper collar* mendinginkan batu tahan api (*side wall*). Pendinginan ini juga dimaksudkan untuk menahan pemuaian dari dalam *furnace*.

Copper cooler yang dialiri air ini dipasang empat deret (atas ke bawah) sekeliling dinding *furnace* dan menembus dinding *furnace* sedalam 16 inch. Karena ke dalam *copper cooler* ini dialirkan air untuk mendinginkan maka atas pengaruhnya, batu tahan api yang berada disekitarnya akan dingin pula. Walaupun bata tahan api di dinding sudah didinginkan pasti ada panas yang merambat ke dinding plat baja. Jadi dinding baja ini pun harus diberi pendingin. Sistem pendinginan di sini mempergunakan air biasa yang disemprotkan ke bagian luar dari dinding baja (*Shell Spray Water*).

Cooper Cooler terdiri atas:

- Silinder tembaga
- Pipa air yang masuk ke silinder
- Pipa air yang keluar dari silinder

Pengontrolan Power

Tiga buah elektroda yang terdapat pada masing-masing *electric furnace* dapat dikatakan komponen terpenting untuk melebur *calcine*, panas yang tinggi diperoleh karena adanya arus listrik yang mengalir ke elektroda-elektroda.

Elektroda-elektroda ini akan berhubungan langsung dengan permukaan *slag* di dalam *electric furnace* sehingga terjadi kontak, akibatnya terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi panas yang besarnya adalah I^2R , dimana I adalah kuat arus dan R adalah tahanan spesifik *slag*.

Panas yang masuk tergantung dari:

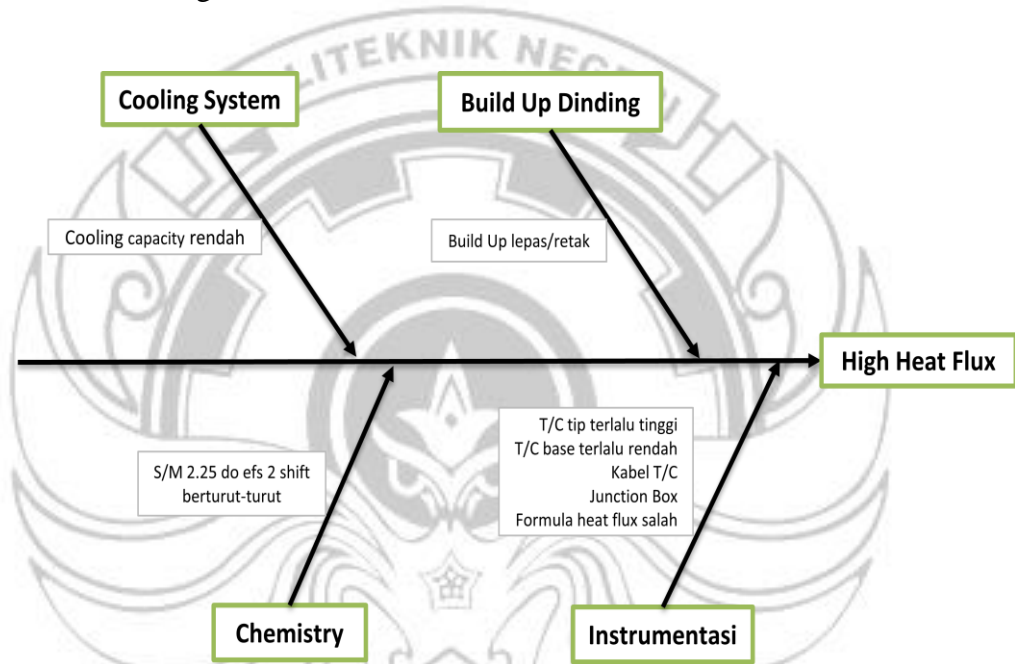
1. Besar dari arus listrik.
2. Jarak antara elektroda dan jarak penetrasi elektroda ke dalam *slag*.
3. Tahanan spesifik dari *slag* yang ditentukan oleh komponen *slag* itu sendiri.

Makin dalam penetrasi elektroda masuk lapisan *slag* makin besar pula kuat arus yang diubah menjadi panas antara elektroda *matte*, hal ini tidak diinginkan. Sebaliknya makin dangkal elektroda menembus lapisan *slag* makin besar panas yang terjadi pada bagian atas permukaan *slag* sehingga diperoleh peleburan *calcine* yang baik. Tahanan *matte* sangat rendah dibandingkan tahanan *slag* sehingga dapat diabaikan selama terjadinya pembentukan panas. Penambahan tahanan spesifik dari *slag* dapat dimungkinkan dengan cara menambahkan keasamannya, tetapi hal ini

tidak menguntungkan karena akan menambah energi yang dibutuhkan dan akan merusak dinding *electric furnace* yang dilapisi batu tahan api.

C. Heat Flux

Fish Bone Diagram



Fish bone di atas didapatkan dengan cara *brainstorming* dengan para *technician*, *process engineer* dan *process controller*. Kemudian dilakukan pengumpulan data dan pengamatan untuk melakukan tindakan perbaikan pada *high heat flux*.

Heat flux adalah jumlah panas yang dipindahkan dalam luas permukaan dibagi satuan waktu ($\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}$) atau dengan kata lain *heat flux* adalah perpindahan panas dari dalam *furnace* menuju ke luar (air pendingin).

Perpindahan panas pada *heat flux* terjadi karena adanya perbedaan temperatur di dalam *furnace* dan di luar *furnace* (dari daerah yang tinggi temperaturnya ke daerah yang lebih rendah temperaturnya). Semakin tinggi *heat flux* berarti semakin banyak panas yang keluar dari dalam *furnace* melalui dinding *furnace*. Perpindahan panas yang terjadi dipengaruhi oleh *build up* di dalam *furnace* (di depan *copper cooler*), dimana *build up* berfungsi sebagai isolator (penghambat) panas keluar dari dalam *furnace* yang terjadi di daerah yang terendam *slag* (*row-4* dan *row-3*). Perpindahan panas juga dipengaruhi oleh perbedaan temperatur dari daerah yang lebih tinggi temperaturnya (*calcine vs slag*), yang terjadi di daerah yang tidak terendam *slag* (*row-2* dan *row-1*) dan daerah yang kadang tidak terendam *slag* (*row-3*).

a. *Chemistry*

Pada bagian *chemistry* menunjukkan kandungan S/M pada *furnace* #4. Jika S/M (SiO_2/MgO) di atas 2.25 maka sifat *slag* akan semakin asam dan akan mengikis lapisan *build up slag* disekitar dinding *furnace*. Akibatnya tahanan terhadap *heat flux* akan semakin kecil dan selanjutnya menyebabkan tingginya *heat flux* didinding *furnace*.

b. *Instrumentasi*

Pada pengukuran *instrument* yang diamati adalah temperatur sebelum dan sesudah *review* pada *actual* dan MMI. Data tersebut didapatkan dari hasil *review* terhadap pembacaan temperatur *Tip* dan *Base*

secara MMI dan *Actual*. Hal tersebut dilakukan untuk menyelidiki apakah pembacaan pada MMI sesuai dengan pembacaan pada *Actual*, selain itu dilakukan juga pemeriksaan terhadap *thermocouple* apakah sesuai dengan yang diharapkan.

c. *Cooling System*

Pada *cooling system*akan dilihat bahwa *furnace#4* memiliki beberapa *copper cooler* yang mengelilingi dinding *furnace* dan tempat pengeluaran hasil peleburan *calcine*. *Calcine* dilebur menjadi dua lapisan yang memisahkan antara yang berkadar *nickel* tinggi (*matte*) dengan yang berkadar *nickel* rendah (*slag*). Lapisan *matte* akan berada di bawah dan lapisan *slag* akan berada di atas. Tempat pengeluaran *matte* dilakukan di dua lubang yang terdapat pada dinding sebelah timur yaitu lubang utara (NMH) dan lubang selatan (SMH), sedangkan tempat pengeluaran *slag* juga dilakukan di dua lubang yang terdapat pada dinding sebelah barat yaitu lubang utara (NSH) dan lubang selatan (SSH). Pada *electric furnace* dilengkapi dengan *copper cooler* yang berfungsi sebagai pendingin dinding *furnace*. *Copper cooler* ini pada umumnya terdiri dari 4 Row, yang berbentuk *Square copper cooler*, *T. Copper cooler*, dan *Dogleg Copper cooler*. *Copper cooler* dalam 6 Zone yaitu zone A-F. Ukuran *copper cooler* akan memberikan pengaruh terhadap kapasitas pendinginannya. Kapasitas pendinginan ini berhubung erat dengan pembentukan lapisan *build up (frozen slag)* yang memberikan tahanan

terhadap *heat flux* di dinding *furnace*. Semakin tinggi kapasitas pendinginan akan semakin besar kemampuan *copper cooler* untuk membentuk *build up (frozen slag)*. Dan ketika *frozen slag* yang terbentuk semakin tebal, maka *heat flux furnace* akan lebih kecil.

Untuk menentukan suatu *heat flux*, maka digunakan rumus :

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[k_{factor} \times 220 \times 12 \times 1.8 \times \frac{A_{cooler}}{A_{wall}} \times \frac{1}{\Delta x} \right] \times [T_{tip} - T_{base}]$$

Di mana :

Q/A_{actual} : Heat Flux [Btu/hr Ft²]

k_{factor} : factor to adjust estimate heat flux compare to actual heat flux

A_{cooler}/A_{wall} : Ratio cooler area to side wall area

Δx : the depth difference between tip and base thermocouple location [inch]

T_{tip} : Temperature at tip thermocouple [°C]

T_{base} : Temperature at base thermocouple [°C]

220 : thermal conductivity of cooper [Btu/hr feet °F]

12 : Conversion factor inch to feet

1.8 : Conversion factor °C to

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Kerja Praktek ini dilaksanakan di *Process Technology Department Process Plant*, PT. International Nickel Indonesia Tbk, Sorowako Sulawesi Selatan. Kerja Praktek ini dilaksanakan dari tanggal 11 Agustus sampai 13 Oktober 2011.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan di dalam pelaksanaan kerja praktek serta penyusunan laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Data-data dikumpulkan dari buku, modul dan literature yang diperoleh dari perpustakaan, yang menunjang dalam proses pembuatan laporan ini.

b. Diskusi

Diskusi dilakukan dengan pembimbing kerja praktek di lapangan serta karyawan-karyawan baik di lapangan maupun di kantor.

c. Observasi ke Lapangan

Data diperoleh dari arsip yang telah tersedia yang ditunjang dengan meninjau langsung ke lapangan.

C. Teknik Analisa Data

Data pengamatan merupakan data-data operasional pabrik yang diambil selama melakukan praktek ini di tampilkan dalam bentuk table yang dapat dilihat pada lampiran.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Data *Instrumentasi* temperatur *before* dan *after review* untuk *Actual* dan *MMI* pada *furnace #4* dari *zone A* sampai dengan *zone F*.

Zone	Row	Tip (Cm) - Base (Cm)			
		Temp °C (Before review)		Temp °C (After review)	
		Actual	MMI	Actual	MMI
A	1	-	-	-	-
	2	150.1	150	151	147
	3	205.8	208	205.7	200
	4	118.8	120	122.3	121
B	1	28.3	26	25.4	26
	2	105.3	101	120.5	102
	3	117.9	116	121.7	117
	4	79.6	78	74.7	79
C	1	27.1	33	35.2	34
	2	68.3	70	74.3	71
	3	99.1	94	100.9	95
	4	105.2	101	107.1	100
D	1	-	-	-	-
	2	19.5	22	27.4	21
	3	28.4	9	7.1	9
	4	-	-	-	-
E	1	17.6	17	17.7	16
	2	38.2	39	38	38
	3	101.7	100	101.3	102
	4	-	-	-	-
F	1	16.6	15	15.3	16
	2	46.6	48	45.1	37
	3	84.3	85	102.3	101
	4	82.8	83	80.4	94

Cat: data lengkap dapat dilihat pada lampiran

Data Δx Electric Furnace #4

Zone	Row	Delta x (Δx)
A	1	25.31
	2	25.91
	3	26
	4	24.13
B	1	15.04
	2	15.2
	3	17
	4	17.64
C	1	15.16
	2	15.31
	3	16
	4	18.39
D	1	14.84
	2	14.76
	3	6
	4	17.76
E	1	14.57
	2	14.8
	3	16
	4	25.98
F	1	22.52
	2	15.16
	3	17
	4	18.5

Data K_{factor} untuk Furnace #4

Zone	Row	K_{factor}
A	1	2.18
	2	2.5
	3	1.38
	4	0.67
B	1	1.78
	2	1.54
	3	1.78
	4	1.1
C	1	2.51
	2	1.62
	3	1.83
	4	0.95
D	1	3.27
	2	1.87
	3	3.31
	4	0.78
E	1	1.76
	2	1.62
	3	1.6
	4	1.47
F	1	3.19
	2	1.8
	3	2.13
	4	0.96

Data perbandingan luas *cooler* dengan luas *wall* ($A_{\text{cooler}}/A_{\text{Wall}}$) untuk

Furnace #4

Zone	Row	$A_{\text{cooler}}/A_{\text{Wall}}$
A	1	0.12
	2	0.14
	3	0.15
	4	0.24
B	1	0.12
	2	0.14
	3	0.15
	4	0.24
C	1	0.12
	2	0.14
	3	0.15
	4	0.24
D	1	0.12
	2	0.14
	3	0.15
	4	0.24
E	1	0.12
	2	0.14
	3	0.15
	4	0.24
F	1	0.12
	2	0.14
	3	0.15
	4	0.24

TIP dan BASE TC MEASUREMENT (MMI) BEFORE

Zone	Row	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	1	0.12	25.31	-	2.18	0
	2	0.14	25.91	150	2.5	9629
	3	0.15	26	208	1.38	7869
	4	0.24	24.13	120	0.67	3800
B	1	0.12	15.04	26	1.78	1755
	2	0.14	15.2	101	1.54	6808
	3	0.15	17	116	1.78	8658
	4	0.24	17.64	78	1.1	5547
C	1	0.12	15.16	33	2.51	3116
	2	0.14	15.31	70	1.62	4928
	3	0.15	16	94	1.83	7663
	4	0.24	18.39	101	0.95	5950
D	1	0.12	14.84	-	3.27	0
	2	0.14	14.76	22	1.87	1854
	3	0.15	6	9	3.31	3539
	4	0.24	17.76	-	0.78	0
E	1	0.12	14.57	17	1.76	1171
	2	0.14	14.8	39	1.62	2840
	3	0.15	16	100	1.6	7128
	4	0.24	25.98	-	1.47	0
F	1	0.12	22.52	15	3.19	1212
	2	0.14	15.16	48	1.8	3792
	3	0.15	17	85	2.13	7591
	4	0.24	18.5	83	0.96	4912

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[2.5 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.14 \times \frac{1}{25.91} \right] \times [150] = 9629 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

TIP dan BASE TC ACTUAL BEFORE REVIEW

Zone	Row	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	1	0.12	25.31	-	2.18	0
	2	0.14	25.91	150.1	2.5	9635
	3	0.15	26	205.8	1.38	7786
	4	0.24	24.13	118.8	0.67	3762
B	1	0.12	15.04	28.3	1.78	1910
	2	0.14	15.2	105.3	1.54	7098
	3	0.15	17	117.9	1.78	8799
	4	0.24	17.64	79.6	1.1	5661
C	1	0.12	15.16	27.1	2.51	2559
	2	0.14	15.31	68.3	1.62	4808
	3	0.15	16	99.1	1.83	8079
	4	0.24	18.39	105.2	0.95	6198
D	1	0.12	14.84	-	3.27	0
	2	0.14	14.76	19.5	1.87	1644
	3	0.15	6	28.4	3.31	11168
	4	0.24	17.76	-	0.78	0
E	1	0.12	14.57	17.6	1.76	1212
	2	0.14	14.8	38.2	1.62	2782
	3	0.15	16	101.7	1.6	7249
	4	0.24	25.98	-	1.47	0
F	1	0.12	22.52	16.1	3.19	1300
	2	0.14	15.16	46.6	1.8	3681
	3	0.15	17	84.3	2.13	7529
	4	0.24	18.5	82.2	0.96	4865

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[2.5 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.14 \times \frac{1}{25.91} \right] \times [150.1] = 9635 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

TIP dan BASE TC MEASUREMENT (MMI) AFTER REVIEW

Zone	Row	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	1	0.12	25.31	-	2.18	0
	2	0.14	25.91	147	2.5	9436
	3	0.15	26	200	1.38	7567
	4	0.24	24.13	121	0.67	3832
B	1	0.12	15.04	26	1.78	1755
	2	0.14	15.2	102	1.54	6875
	3	0.15	17	117	1.78	8732
	4	0.24	17.64	79	1.1	5618
C	1	0.12	15.16	34	2.51	3210
	2	0.14	15.31	71	1.62	4998
	3	0.15	16	95	1.83	7745
	4	0.24	18.39	100	0.95	5892
D	1	0.12	14.84	-	3.27	0
	2	0.14	14.76	21	1.87	1770
	3	0.15	6	9	3.31	3539
	4	0.24	17.76	-	0.78	0
E	1	0.12	14.57	16	1.76	1102
	2	0.14	14.8	38	1.62	2767
	3	0.15	16	102	1.6	7271
	4	0.24	25.98	-	1.47	0
F	1	0.12	22.52	16	3.19	1292
	2	0.14	15.16	37	1.8	2923
	3	0.15	17	101	2.13	9020
	4	0.24	18.5	94	0.96	5563

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[2.5 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.14 \times \frac{1}{25.91} \right] \times [147] = 9436 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

TIP dan BASE TC ACTUAL AFTER REVIEW

Zone	Row	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	1	0.12	25.31	-	2.18	0
	2	0.14	25.91	151	2.5	9693
	3	0.15	26	205.7	1.38	7782
	4	0.24	24.13	122.3	0.67	3873
B	1	0.12	15.04	25.4	1.78	1714
	2	0.14	15.2	120.5	1.54	8122
	3	0.15	17	121.7	1.78	9083
	4	0.24	17.64	74.7	1.1	5313
C	1	0.12	15.16	35.2	2.51	3323
	2	0.14	15.31	74.3	1.62	5230
	3	0.15	16	100.9	1.83	8226
	4	0.24	18.39	107.1	0.95	6310
D	1	0.12	14.84	-	3.27	0
	2	0.14	14.76	27.4	1.87	2309
	3	0.15	6	7.1	3.31	2792
	4	0.24	17.76	-	0.78	0
E	1	0.12	14.57	17.7	1.76	1219
	2	0.14	14.8	38	1.62	2767
	3	0.15	16	101.3	1.6	7221
	4	0.24	25.98	-	1.47	0
F	1	0.12	22.52	15.3	3.19	1236
	2	0.14	15.16	45.1	1.8	3562
	3	0.15	17	102.3	2.13	9136
	4	0.24	18.5	80.4	0.96	4758

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[2.5 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.14 \times \frac{1}{25.91} \right] \times [151] = 9693 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

Data Instrumentasi temperature before dan after review untuk Actual dan MMI pada Row 3 dari zone A sampai dengan zone F.

Zone	Row	Tip (Cm) - Base (Cm)			
		Temp °C (Before review)		Temp °C (After review)	
		Actual	MMI	Actual	MMI
A	3	205.8	208	205.7	200
B	3	117.2	116	121.7	117
C	3	99.1	94	100.9	95
D	3	28.4	9	7.1	9
E	3	101.7	100	101.3	102
F	3	83.3	85	102.3	101

Data Δx Electric Furnace #4 untuk Row 3

Data	Row	1	2	3	4
Delta x (Δx) EF 4	Zone A	25	26	26	24
	Zone B	15	15	17	18
	Zone C	15	15	16	18
	Zone D	15	15	6	18
	Zone E	15	15	16	26
	Zone F	23	15	17	19

Data K_{factor} untuk Row 3

Data	Row	Zone	K factor
K_{factor}	3	A	1.38
		B	1.78
		C	1.83
		D	3.31
		E	1.6
		F	2.13

Data Acooler/Awall untuk Row 3

Data	Row	Acooler/Awall
Delta x (Δx) EF 4	3	0.15

TIP dan BASE TC MEASUREMENT (MMI) BEFORE REVIEW

Zone	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	0.150	26	208	1.38	7869
B	0.150	17	116	1.78	8658
C	0.150	16	94	1.83	7663
D	0.150	6	9	3.31	3539
E	0.150	16	100	1.60	7128
F	0.150	17	85	2.13	7591

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[1.38 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.150 \times \frac{1}{26} \right] \times [208] = 7869 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

TIP dan BASE TC ACTUAL BEFORE REVIEW

Zone	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	0.150	26	205.8	1.38	7786
B	0.150	17	117.9	1.78	8799
C	0.150	16	99.1	1.83	8079
D	0.150	6	28.4	3.31	11168
E	0.150	16	101.7	1.60	7249
F	0.150	17	84.3	2.13	7529

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[1.38 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.150 \times \frac{1}{26} \right] \times [205.8] = 7786 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

TIP dan BASE TC MEASUREMENT AFTER REVIEW

Zone	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	0.150	26	200	1.38	7567
B	0.150	17	117	1.78	8732
C	0.150	16	95	1.83	7745
D	0.150	6	9	3.31	3539
E	0.150	16	102	1.60	7271
F	0.150	17	101	2.13	9020

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[1.38 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.150 \times \frac{1}{26} \right] \times [200] = 7567 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

TIP dan BASE TC ACTUAL AFTER REVIEW

Zone	A cooler/A wall	Δx (inch)	Ttip - Tbase (°C)	k factor	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	0.150	26	205.7	1.38	7782
B	0.150	17	121.7	1.78	9083
C	0.150	16	100.9	1.83	8226
D	0.150	6	7.1	3.31	2792
E	0.150	16	101.3	1.60	7221
F	0.150	17	102.3	2.13	9136

$$\frac{Q}{A_{actual}} = \left[1.38 \times 220 \times 12 \times 1.8 \times 0.150 \times \frac{1}{26} \right] \times [205.7] = 7782 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

B. Pembahasan

1. Peningkatan *Heat Flux* pada *furnace #4* terjadi karena ukuran *Copper Coolernya* lebih kecil dibandingkan dengan *furnace* yang lain, sehingga kapasitas pendinginnya juga kecil yang akan mengakibatkan pembentukan *build up (frozen slag)* juga kecil.
2. *Heat Flux* pada *Zone D Row 3* dengan nilai 11168 pada pembacaan temperature *thermocouple Tip* dan *Base* pada *Actual before review* mengalami peningkatan yang besar sehingga melebihi standar *heat flux* pada umumnya, hal tersebut di sebabkan karena kandungan *S/Mnya* melebihi standar (2.25) yang dapat mengikis *build up* pada dinding *furnace* sehingga nilai *heat fluxnya* meningkat.
3. Pada data diatas yang nilai *heat fluxnya 0*, itu menunjukkan bahwa pada saat dilakukan pembacaan temperatur *thermocouple* tidak dapat dibuka karena debu yang menempel pada *TC* tersebut terlalu tebal dan mengeras sehingga sulit untuk dilepas dan melakukan pembacaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil Kerja Praktek yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai *heat flux* pada *furnace #4* secara umum, dan nilai *heat flux* pada *furnace #4* pada *Row 3* secara khusus dapat dilihat dibawah ini:

1. Nilai *Heat Flux* untuk *Furnace #4* pada:

a) Pembacaan temperature *Tip* dan *Base* untuk *MMI before review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	1	0
	2	9629
	3	7869
	4	3800
B	1	1755
	2	6808
	3	8658
	4	5547
C	1	3116
	2	4928
	3	7663
	4	5950
D	1	0
	2	1854
	3	3539
	4	0
E	1	1171
	2	2840
	3	7128
	4	0
F	1	1212
	2	3792
	3	7591
	4	4912

b) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *Actual before review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft²)
A	1	0
	2	9635
	3	7786
	4	3762
B	1	1910
	2	7098
	3	8799
	4	5661
C	1	2559
	2	4808
	3	8079
	4	6198
D	1	0
	2	1644
	3	11168
	4	0
E	1	1212
	2	2782
	3	7249
	4	0
F	1	1300
	2	3681
	3	7529
	4	4865

c) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *MMI after review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft²)
A	1	0
	2	9436
	3	7567
	4	3832
B	1	1755
	2	6875
	3	8732
	4	5618
C	1	3210
	2	4998
	3	7745
	4	5892
D	1	0
	2	1770
	3	3539
	4	0
E	1	1102
	2	2767
	3	7271
	4	0
F	1	1292
	2	2923
	3	9020
	4	5563

d) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *Actual after review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft²)
A	1	0
	2	9693
	3	7782
	4	3873
B	1	1714
	2	8122
	3	9083
	4	5313
C	1	3323
	2	5230
	3	8226
	4	6310
D	1	0
	2	2309
	3	2792
	4	0
E	1	1219
	2	2767
	3	7221
	4	0
F	1	1236
	2	3562
	3	9136
	4	4758

2. Nilai *Heat Flux* untuk *Furnace #4* pada *Row 3*

a) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *MMI before review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	3	7869
B		8658
C		7663
D		3539
E		7128
F		7591

b) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *Actual before review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	3	7786
B		8747
C		8079
D		11168
E		7249
F		7439

c) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *MMI after review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	3	7567
B		8732
C		7745
D		3539
E		7271
F		9020

d) Pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* untuk *Actual after review*

Zone	Row	Heat Flux (Btu/hr.ft ²)
A	3	7567
B		8732
C		7745
D		3539
E		7271
F		9020

B. Saran

1. Level *slag* dijaga konstan dibawah *Row 2* karena dibawah *Row 2* yang dapat membentuk *build up* sehingga kandungan *S/Mnya* dapat terjaga.
2. Memelihara *flow* air pendingin *Copper Cooler* sesuai kebutuhan *furnace*.
3. Melakukan pembacaan temperatur *Tip* dan *Base* secara *MMI* dan *Actual* sehingga dapat melakukan perlakuan untuk menurunkan nilai *Heat Flux*.
4. Mengubah *design Copper Cooler furnace #4* menjadi lebih besar atau disamakan dengan *furnace* yang lainnya.
5. Melakukan pembacaan *thermocouple* pada dinding *furnace* secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

Alham , Ahyar. 2004. *Manual CRO Furnace Smelter, Process Plant Departement PT. INCO Sorowako*. PT. INCO Tbk, Sorowako

Daniel. 2007. *Laporan Kerja Praktek Process Technology*. PT. INCO Tbk, Sorowako

Marsuki dan Nyoman G. 2004. *Fungsi dan Operasi “Elkem” Electric Furnace*. PT. INCO Tbk, Sorowako

Muchidin, Agus Setiagraha. 1987. *Laporan Kerja Praktek di PT. INCO Soroako*. PT. INCO, Tbk Sorowako

Kartajaya Hermawan dan Taufiq. 2009. *PT INCO di Sorowako, Perusahaan paling Efisien di dunia* (<http://.sorowakoku.wordpress.com/2009/06/11/pt-inco-di-sorowako-perusahaan-nikel-paling-efisien-di-dunia/>) di akses pada tanggal 01 oktober 2011

LAMPIRAN

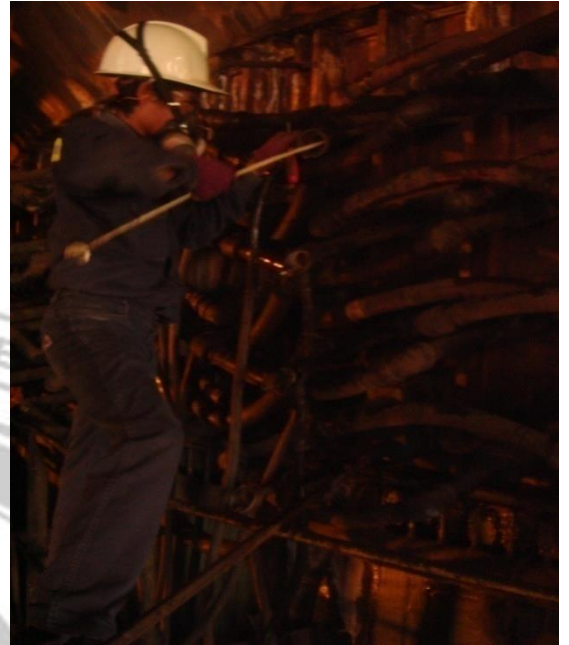
1. Data Instrumentasi

Zone	Row	Tip (Cm)				Base (Cm)			
		Temp °C (Before review)		Temp °C (After review)		Temp °C (Before review)		Temp °C (After review)	
		Actual	MMI	Actual	MMI	Actual	MMI	Actual	MMI
A	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	192.1	195	190.6	189	42	45	39.6	42
	3	246	249	244	240	40.2	41	38.3	40
	4	178.3	182	180.8	182	59.5	62	58.5	61
B	1	65.3	60	59.8	60	37	34	34.4	34
	2	146.1	141	159.3	141	40.8	40	38.8	39
	3	159.7	156	160.4	156	41.8	40	38.7	39
	4	133.5	130	125.6	130	53.9	52	50.9	51
C	1	70.2	69	72.5	69	43.1	36	37.3	35
	2	111.4	109	117.4	109	43.1	39	43.1	38
	3	144.2	139	142.9	139	45.1	45	42	44
	4	148.1	146	149.7	146	42.9	45	42.6	46
D	1	N/A	N/A	N/A	N/A	35.4	31	34.8	31
	2	62.4	61	64.3	60	42.9	39	36.9	39
	3	70.9	76	69.4	76	42.5	67	62.3	67
	4	155.5	157	153.5	156	N/A	N/A	N/A	N/A
E	1	52.7	51	52.1	50	35.1	34	34.4	34
	2	72.1	75	72.5	74	33.9	36	34.5	36
	3	140	141	140.5	142	38.3	41	39.2	40
	4	132.1	135	131.2	135	N/A	N/A	N/A	N/A
F	1	50.3	50	49.7	50	34.2	35	34.4	34
	2	83	85	80.7	74	36.4	37	35.6	37
	3	125.7	127	142.8	142	41.4	42	40.5	41
	4	123	124	120.5	135	40.2	41	40.1	41

2. Gambar yang menunjukkan cara me-review *thermocouple*.



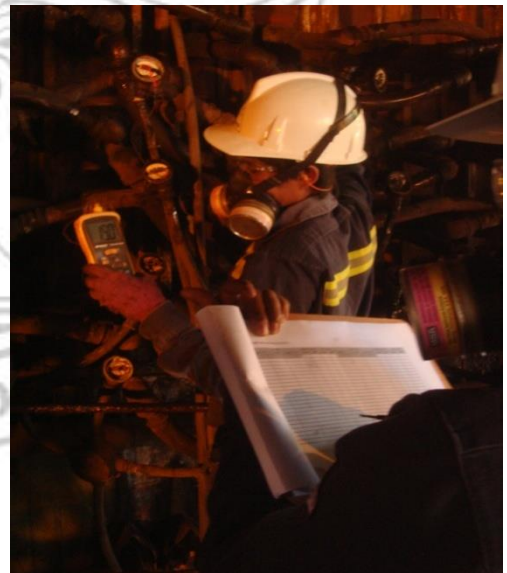
Gambar 1 Pengukuran temperatur awal



Gambar 2 Pengeluaran TC



Gambar 3 TC tip dan base



Gambar 4 Pengukuran temperatur kembali

