

# MASIH TERBUKANYA PELUANG PENELITIAN PROSES CARON UNTUK MENGOLAH LATERIT KADAR RENDAH DI INDONESIA

**Puguh Prasetyo dan Ronald Nasoetion**

Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI  
Kawasan Puspiptek Gd.470, Serpong  
E-mail : stev001@lipi.go.id

## Intisari

Indonesia memiliki cadangan nikel pada peringkat dua dunia. Cadangan tersebut berupa bijih nikel oksida yang lazim disebut laterit, berada di Kawasan Timur Indonesia (KTI) terutama di Sulawesi Tenggara dan Halmahera. Adapun laterit terdiri dari limonit berkadar  $Ni < 1,5\%$  dan saprolit berkadar  $Ni > 1,5\%$ . Laterit kadar tinggi saprolit berkadar  $Ni > 1,8\%$  sudah diolah di Sulawesi Tenggara dengan jalur *pyrometalurgi* oleh PT Antam (Aneka Tambang) untuk memproduksi FeNi (ferro nikel) di Pomalaa, dan PT INCO Canada untuk memproduksi nikel matte (Ni-matte) di Soroako. Laterit kadar rendah yang terdiri dari limonit dan saprolit dengan kandungan  $Ni < 1,8\%$ , belum diolah di dalam negeri. Secara komersial untuk mengolah laterit kadar rendah digunakan proses Caron yang pertama kali dibangun di Nicaro Cuba oleh Freeport USA pada tahun 1942. Atau proses HPAL (High Pressure Acid Leaching) juga pertama kali dibangun di Moa Bay Cuba oleh Freeport USA pada tahun 1959. Kedua proses tersebut tergolong dalam jalur *hydrometalurgi*, dan pemilihan proses tergantung dari kondisi bijih terutama pada kandungan Mg (magnesium). Laterit kadar rendah dengan kandungan Mg (magnesium) rendah ( $Mg < 6\%$  atau  $MgO < 10\%$ ) lebih sesuai untuk diolah dengan proses HPAL, dan magnesium tinggi ( $Mg > 6\%$  atau  $MgO > 10\%$ ) diolah dengan proses Caron. Dalam perkembangannya setelah tahun 1990-an, proses Caron mulai ditinggalkan karena mengkonsumsi energi tinggi dengan perolehan yang rendah untuk nikel ( $Ni : 70 - 80\%$ ) maupun kobal ( $Co$  maks  $50\%$ ). Selanjutnya beralih ke proses HPAL karena proses ini mengkonsumsi energi rendah dengan perolehan tinggi untuk nikel ( $Ni > 90\%$ ) maupun kobal ( $Co > 90\%$ ). Dengan melihat kenyataan kegagalan tiga HPAL *plant* generasi kedua di Australia (Bulong tutup 2003, Cawse tutup 2008, dan Murrin Murrin berpindah kepemilikan ke Minara pada 2003/2004 dan beralih ke heap leach tahun 2007). Serta masih berlangsungnya Caron *plant* di Cuba (Nicaro dan Punta Gorda), Queensland Nickel di Yabulu Australia, dan Tocantin Brasilia. Maka proses Caron masih punya peluang untuk mengolah laterit kadar rendah di Indonesia. Peluang tersebut semakin terbuka apabila perolehan metal (recovery Ni dan Co) pada proses Caron bisa ditingkatkan setara dengan perolehan metal (recovery Ni dan Co) pada proses HPAL, dan ekonomis konsumsi energinya.

*Kata kunci : Laterit kadar rendah, Limonit, Saprolit, Hidrometalurgi, Proses Caron, Proses HPAL, Magnesium (Mg)*

## Abstract

*Indonesia had the resources of nickel at the second in the world. The resources are nickel oxide which said laterite. The abundant of laterite locate at Sulawesi Tenggara (South-East Sulawesi) and Halmahera. There are two main mineral in laterite, limonit contains  $Ni < 1,5\%$  and saprolit contains  $Ni > 1,5\%$ . The high grade nickel saprolit contains  $Ni > 1,8\%$  has been processed in Sulawesi Tenggara to produce FeNi (ferro nickel) in Pomalaa by PT Antam, and to produce Ni-matte (nickel matte) in Sorowako by PT INCO Canada. The low grade laterite (limonit and saprolit contains  $Ni < 1,8\%$ ) **not yet** processed in Indonesia. To process the low grade laterite are used Caron's process or HPAL's process (High Pressure Acid Leaching). The condition of laterite's ores are used to choice the process. The Caron's process is remained after 1990's because it consume high energy with low metal recovery ( $Ni : 70 - 80\%$   $Co$  max  $50\%$ ). The choice to process low grade laterite is HPAL because it consume low energy with high recovery of metal ( $Ni > 90\%$  and  $Co > 90\%$ ). The fact three HPAL plant in Australia unsuccessful (Bulong closed on 2003, Cawse closed on 2008, and Murrin Murrin taked over by Minara and change to heap leach on 2007) and the Caron plant still exist in Cuba (Nicaro and Punta Gorda), Queensland Nickel di Australia, and Tocantin Brasilia. Then Caron's process still have opportunity to process the low grade laterite in Indonesia if the recovery of metal can be increase as same as HPAL and the consume of energy can be decreased.*

*Keywords : Low grade of laterite, Ilmonite, Saprolite, Hydrometallurgy, Caron process, HPAL process, Magnesium (Mg)*

## PENDAHULUAN

Bijih nikel digolongkan dalam dua jenis, yaitu nikel sulfida berada dibelahan bumi sub tropis seperti di Rusia, Canada, dan nikel oksida yang lazim disebut laterit berada dibelahan bumi khatulistiwa seperti di Indonesia, Philipina, Kaledonia Baru, dan Cuba. Dimana sekitar 70 % cadangan nikel dunia berupa laterit sedangkan pasokan nikel dunia yang berasal dari laterit sekitar 40 %. Sebagian besar pasokan berasal dari produk dari jalur proses pirometalurgi terutama dari FeNi (fero nikel).

Cadangan bijih nikel laterit ditanah air mencapai lebih dari 1,5 milyar ton berada di Kawasan Timur Indonesia (KTI) terutama di Sulawesi Tenggara dan Halmahera. Bagian terbesar dari cadangan tersebut adalah nikel kadar rendah dengan kandungan Ni<1,8%. Adapun laterit terdiri dari limonit berkadar Ni<1,5% dan saprolit berkadar Ni>1,5%. Laterit kadar tinggi saprolit dengan kandungan Ni>1,8% sudah diolah di Sulawesi Tenggara dengan jalur pirometalurgi (*smelting*) oleh PT. Antam untuk memproduksi FeNi (ferro nikel) di Pomalaa, dan PT INCO Canada untuk memproduksi nikel *matte* (*Ni-matte*) di Soroako. Laterit kadar rendah yang terdiri dari limonit dan saprolit dengan kandungan Ni<1,8%, belum diolah didalam negeri. Untuk mengolahnya digunakan jalur hidrometalurgi menggunakan proses Caron atau proses HPAL (*High Pressure Acid Leaching*). Dimana laterit kadar rendah dengan kandungan Mg (magnesium) rendah (Mg<6% atau MgO<10 %) lebih sesuai untuk diolah dengan proses HPAL, sedangkan magnesium tinggi (Mg>6% atau MgO>10 %) diolah dengan proses Caron.

Menurut Dalvi dkk dari INCO Canada dalam makalah Maret 2004, ke depan tidak ada proyek pengolahan laterit kadar rendah dengan proses Caron dan pengolahan laterit kadar rendah beralih ke proses HPAL. Karena selain butuh biaya mahal

untuk membangunnya, proses Caron mengkonsumsi banyak energi dengan perolehan yang rendah untuk nikel (Ni:70–80%) dan kobal (maks Co  $\pm$  50 %). Sedangkan proses HPAL (*High Pressure Acid Leaching*) walaupun mahal untuk membangunnya, mengkonsumsi energi rendah dengan perolehan yang tinggi untuk nikel (Ni>90%) maupun kobal (Co>90%). Masih menurut Dalvi, pasokan nikel dunia yang berasal dari laterit diperkirakan mencapai 51% pada tahun 2012. Tambahan pasokan tersebut sebagian besar berasal dari produk jalur hidrometalurgi dengan proses HPAL dari Indonesia (PT.Weda Bay Nickel di Halmahera dan PT BHP di pulau Gag Papua), Rio Tuba milik Sumitomo Jepang di Philipina, Goro milik INCO di New Caledonia, Australia (Bulong, Cawse, Murrin Murrin, dan Revensthorpe), dan tempat tempat lain diantaranya seperti Ramu di Papua Nugini<sup>[5]</sup>.

Kenyataan yang ada tiga HPAL *plant* (generasi kedua) di Australia mengalami kegagalan saat mengolah *smectite* laterit kadar rendah Australia yang mengandung silikat tinggi. Tiga HPAL *plant* tersebut (Bulong, Cawse, dan Murrin Murrin) *commisioning* dalam waktu hampir bersamaan akhir tahun 1998. Bulong tutup tahun 2003, Cawse tutup tahun 2008, Murrin Murrin berpindah kepemilikan ke Minara pada tahun 2003/2004 dan beralih ke proses *heap leach* pada tahun 2007. Satu satunya HPAL *plant* (generasi ketiga) yang sukses hanya milik Sumitomo di Rio Tuba pulau Palawan Philipina yang *commisioning* akhir tahun 2004. Karena mengolah limonit mirip limonit yang diolah di HPAL *plant* generasi pertama yang dibangun oleh Freeport USA di Moa Bay Cuba. Sedangkan PT Weda Bay Nickel Canada beralih kepemilikan ke Eramet Perancis pada tahun 2006, PT BHP mengembalikan ijin pulau Gag Papua pada pemerintah Indonesia pada tahun 2008/2009, Revensthorpe Australia milik BHP beralih kepemilikan ke FQM (First Quantum Mining) Canada pada Desember

2009, dan Goro HPAL Demonstration plant milik INCO di Goro New Caledonia tidak ada kejelasan. Bahkan INCO Canada beralih kepemilikan ke CVRD Vale Brasilia pada tahun 2010.

Penjelasan diatas menunjukkan bahwa HPAL gagal pada skala industri apabila digunakan untuk mengolah laterit kadar rendah dengan karakteristik yang tidak mirip dengan limonit Moa Bay. Walaupun proses HPAL untuk mengolah berbagai jenis laterit sudah teruji secara laboratorium maupun *pilot plant*.

Untuk proses Caron sampai saat ini masih beroperasi Caron *plant* generasi pertama di Nicaro Cuba yang dibangun oleh Freeport pada tahun 1942, demikian juga Caron *plant* ditempat lain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1.** Caron *Plant* di beberapa tempat<sup>[10]</sup>

Perusahaan	Lokasi	Tahun Establish	Status
Cubanique	Nicaró, Holguin Cuba	1945	Aktif
QNI	Yabulu, Australia	1974	Aktif
Niquel Tocantins	Niquelandia, Brazil	1981	Aktif
Cubanique	Punta Gorda, Cuba	1986	Aktif
Ferromin	Sered, Slovakia	1958	Tak Aktif
International Nickel	Sudbury, Canada	1975	Tak Aktif
Nonoc	Philipina	1975	Tak Aktif

Dimana Caron *plant* yang tidak aktif dikarenakan secara ekonomi tidak sanggup mengatasi masalah harga energi yang makin mahal setelah tahun 1973. Kenaikan harga energi secara dramatis tersebut terjadi setelah berakhirnya perang Arab vs Israel tahun 1973.

Dengan kegagalan proses HPAL maka proses Caron masih terbuka untuk mengolah laterit kadar rendah di Indonesia khususnya Halmahera, walaupun masih memiliki kelemahan jika dibandingkan dengan proses HPAL. Karena laterit kadar rendah ditanah air pada umumnya mengandung magnesium (Mg) tinggi yang lebih sesuai untuk diolah dengan proses Caron.

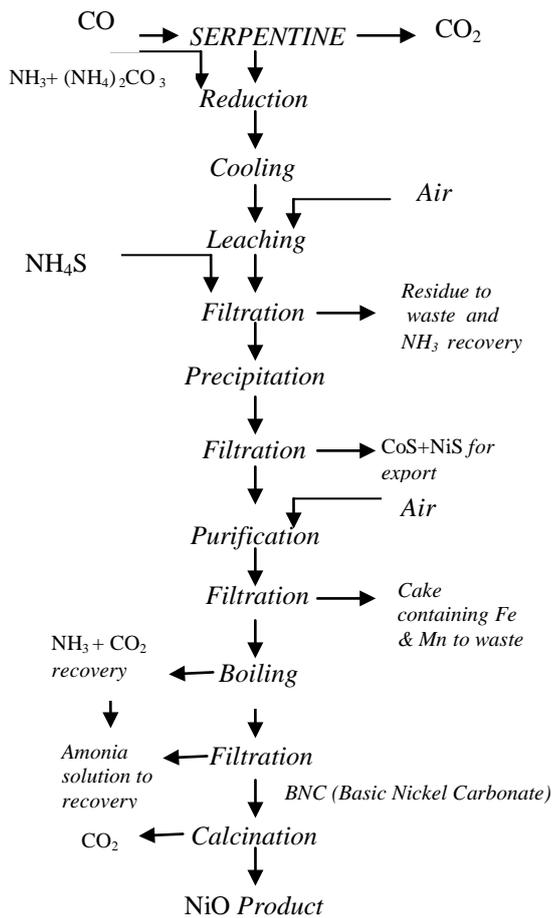
### Proses Caron

Proses Caron ditemukan oleh Prof Caron dari Universitas Delf Belanda pada tahun 1920-an. Beliau telah menghasilkan tiga paten tentang proses ini sampai saat dilakukan uji *pilot plant* di Hooskin's Mound Texas USA menjelang tahun 1940. *Pilot plant* tersebut untuk persiapan pembangunan pabrik oleh Freeport USA di Nicaro Cuba pada tahun 1942. Pabrik mulai beroperasi tahun 1943, ditutup tahun 1947, dan dibuka lagi tahun 1952 untuk keperluan perang Korea. Sampai saat ini Nicaro *plant* masih beroperasi dibawah kendali pemerintah Cuba karena Freeport dinasionalisasi oleh rezim Fidel Castro pada tahun 1960. Perkembangan selanjutnya pemerintah Cuba juga telah berhasil membangun Punta Gorda *plant* pada tahun 1986. Adapun serpentin yang diolah oleh kedua pabrik tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Kandungan Serpentin di Cuba<sup>[12]</sup>

Elemen	Nicaró	Punta Gorda
	% berat	% berat
Ni	1,32	1,34
Co	0,10	0,10
Fe	39,0	41,0
SiO <sub>2</sub>	12,0	8,0
MgO	7,0	4,0

Sedangkan diagram alir pabrik Nicaro, dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



**Gambar 1.** Diagram alir pengolahan serpentine dengan proses caron di Nicaro<sup>[8]</sup>

Serpentine yang mengandung magnesium tinggi (7% MgO) terlebih dahulu dikeringkan sebelum dipanggang secara reduksi dengan menambahkan gas reduktor (CO + H<sub>2</sub>) didalam *Multiple Heart Furnace* (MHF) pada temperatur 750-800 °C. Ada 24 buah MHF pada Nicaro *plant*. Pemanggangan reduksi terutama dimaksudkan untuk mereduksi NiO menjadi ion metal Ni, selanjutnya hasil reduksi dileaching dengan pelarut AAC (*Ammonia Ammonium Carbonate*) pada temperatur kamar dan tekanan atmosfer. Kobal (Co) dan nikel (Ni) yang terkandung didalam larutan hasil *leaching*, diendapkan dengan ammonia sulfida (NH<sub>4</sub>HS) untuk mendapatkan produk padatan NiS+CoS. Selanjutnya larutan dimurnikan dengan oksidasi untuk

menghilangkan pengotor besi (Fe) dan mangan (Mn). Larutan hasil pemurnian diuapkan untuk mendistilasi ammonia (NH<sub>3</sub>) untuk di *recover* kembali, dan padatan BNC (*Basic Nickel Carbonate* = NiCO<sub>3</sub>). BNC dikalsinasi untuk mendapatkan produk NiO.

Selanjutnya proses Caron di Nicaro (*plant* generasi pertama) Cuba digunakan ditempat lain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di atas. Dimana sampai saat ini teknologi ammonia *leaching* (proses Caron) terbukti mengkonsumsi banyak energi terutama untuk pengeringan dan pemanggangan reduksi. Disamping juga mendapatkan perolehan yang rendah untuk nikel (70–80 % Ni) maupun kobal (35–50% Co).

### Perkembangan Proses Caron di Cuba dan Australia

Harga energi masih murah saat Nicaro *plant* dibangun tahun 1942. Harga minyak dunia naik secara dramatis setelah tahun 1973, akibatnya proyek pengolahan laterit kadar rendah dengan proses Caron yang **belum** dimulai terpaksa ditunda sampai batas waktu yang tidak ditentukan. Salah satu diantaranya adalah PT. Pasific Nickel USA yang berencana mengolah laterit pulau Gag Papua Indonesia. Sedangkan yang sudah berjalan dievaluasi agar tetap bisa berjalan dan tetap ekonomis dengan harga energi mahal. Karena dinilai tidak ekonomis maka Nonoc Philipina (dibangun oleh Freeport) terpaksa tutup pada tahun 1986, demikian juga dengan Ferromin Sereed Slowakia dan International Nickel Canada.

Sampai saat ini dua Caron *plant* di Cuba masih bisa berlangsung karena menggunakan *crude oil* dalam negeri (*Cuban crude oil*) sejak 1995. *Crude oil* tersebut harganya murah tetapi mengandung sulfur tinggi dan berfungsi untuk menggantikan *fuel oil* impor yang mahal. Sebelumnya (setelah tahun 1973) kebutuhan energi Cuba dipasok oleh Uni Soviet (USRR) dengan harga murah yang dibayar dengan gula. Setelah terjadi

disintegrasikan di Uni Soviet (USRR) pada tahun 1990 maka Cuba terpaksa harus membeli *fuel oil* dari pasar internasional. Pada tahun 1995, pemerintah Cuba memutuskan untuk menggunakan *crude oil* dari dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan energi. Akibat dari keputusan tersebut maka industri nikel di Cuba terpaksa menggunakan *Cuban crude oil* walaupun ada masalah dengan penggunaannya. Pemakaian *Cuban crude oil* berpengaruh terhadap proses pengeringan laterit dan menimbulkan masalah korosi. Sehingga sampai saat ini terus dicari jalan keluarnya untuk mengatasi masalah tersebut.

QNY Caron *plant* di Yabulu Australia juga masih beroperasi karena mengganti sebagian besar *fuel oil* dengan batubara, dan terus menerus melakukan litbang (penelitian dan pengembangan) untuk meningkatkan perolehan nikel. Laterit kadar rendah dari Greenvale Australia digunakan sebagai bahan baku sampai tahun 1993. Selanjutnya menggunakan laterit impor dari New Caledonia, Indonesia, dan Philipina. Dimana QNI mengimpor laterit dari New Caledonia (mulai tahun 1986) untuk dicampur dengan laterit Greenvale, selanjutnya dari Indonesia (pulau Gebe) mulai tahun 1988, dan terakhir dari Philipina. Penggantian *fuel oil* dengan batubara dilakukan pada *oil fired rotary dryer* dan *power plant boiler*. Dimana dua dari tiga (3) *oil fired rotary dryer* diganti dengan *pulverized coal rotary dryer*. Dari hasil litbang QNY berhasil meningkatkan perolehan nikel dari Ni ± 73 % pada awal operasi menjadi Ni : 80 – 83 % mulai tahun 1993 s/d saat ini.

### Proses HPAL (High Pressure Acid Leaching)

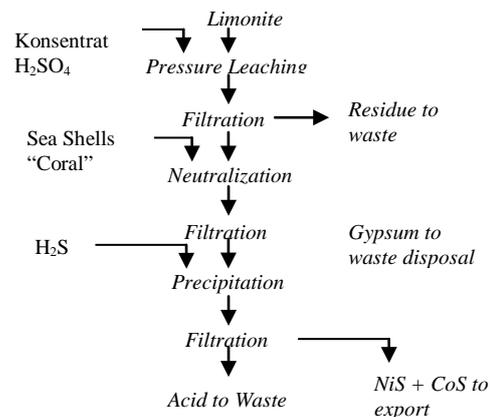
Proses HPAL awalnya dikembangkan oleh Sherrit Gordon Canada untuk mengolah limonit murni yang jumlahnya berlimpah di Pinares de Mayari Cuba. Adapun kandungan limonit tersebut, dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Kandungan Limonit Murni Di Pinares de Mayari Cuba<sup>[12]</sup>

Elemen	% berat
Ni	1,24
Co	0,12
Fe	44
SiO <sub>2</sub>	8,0
MgO	4,0

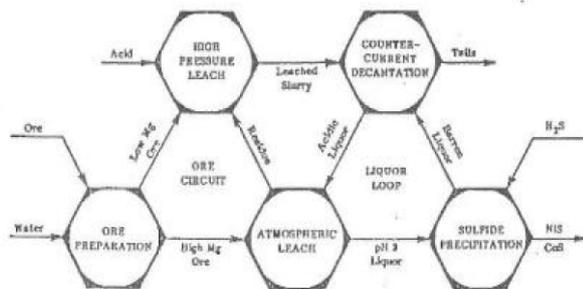
Seluruh proyek Freeport di Cuba dinasionalisasi oleh pemerintah Cuba dibawah rezim Fidel Castro pada Oktober 1960. Pada saat dinasionalisasi pabrik Moa Bay yang mulai dibangun tahun 1959 belum selesai pembangunannya. Dengan bantuan Uni Soviet (Rusia) pembangunan pabrik Moa Bay bisa diselesaikan pada tahun 1961. Setelah mengalami berbagai macam kesulitan dalam kurun waktu 6 – 7 tahun maka Moa Bay plant bisa berjalan normal, dan sampai saat ini (2011) masih beroperasi.

Limonit yang mengandung besi oksida (44% Fe) dan sedikit magnesium silikat *dileaching* (pelindian) dengan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) didalam *autoclave* pada temperatur ± 250 °C dan tekanan ± 4000 kPa. Larutan NiSO<sub>4</sub> yang mengandung Ni (nikel) dan Co (kobal) hasil *leaching*, diendapkan dengan gas H<sub>2</sub>S didalam *autoclave* pada temperatur ± 120 °C dan tekanan ± 1030 kPa untuk memproduksi NiS. Pada Moa Bay *plant* terdapat 16 buah *autoclave* yang digunakan untuk mengolah limonit menjadi NiS. Adapun flow sheet Moa Bay plant, dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2.** Diagram Alir Pengolahan Limonit Dengan Acid Leach Di Moa Bay<sup>[8]</sup>

Karena harga energi (*fuel oil*) semakin mahal setelah tahun 1973, dan proses HPAL telah terbukti di Moa Bay mengkonsumsi energi rendah pada operasinya dengan perolehan tinggi untuk nikel (Ni) maupun kobal (Co). Maka aktivitas litbang (penelitian dan pengembangan) untuk mengolah berbagai jenis laterit dengan proses HPAL termasuk modifikasinya makin diintensifkan. Aktivitas litbang proses HPAL untuk mengolah berbagai jenis laterit terutama dilakukan oleh Sherrit Gordon Canada, AMAX USA, dan COFREMMI Perancis. AMAX melakukan kerja sama dengan COFREMMI untuk melakukan uji *pilot plant* dalam skala besar untuk mengolah laterit dari Kaledonia Baru dari 1975-1981. AMAX mengklaim bahwa proses yang dikembangkannya mampu mengolah berbagai jenis laterit sampai pada kandungan 15% MgO, dan kebutuhan energi untuk memproduksi NiS sekitar 50% kebutuhan energi pada Moa Bay *plant*. Adapun *flow sheet* hasil pengembangan proses HPAL oleh AMAX, dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3.** Proses amax-cofremmi hasil pengembangan proses HPAL<sup>[14]</sup>

### Proses HPAL setelah 1990

Dengan sukses Moa Bay *plant* (setelah 1995) sebagai buah dari kerja sama pemerintah Cuba dengan Sherrit Gordon Canada, dan pilot plant skala besar oleh AMAX-COFREMMI maka peta pengolahan laterit kadar rendah beralih pada proses HPAL.

Selanjutnya tiga (3) HPAL plant generasi kedua dibangun di Australia yang *commissioning* dalam waktu bersamaan menjelang akhir tahun 1998. HPAL *plant*

dibangun dengan optimisme penuh untuk memenuhi kebutuhan nikel dunia, dan direncanakan untuk mengolah laterit kadar rendah di beberapa tempat (Negara) terutama di Indonesia. Pemerintah RI telah memberi ijin (awal tahun 1998) untuk mengolah laterit kadar rendah dengan HPAL untuk laterit pulau Gag Papua pada PT BHP Australia, dan PT Weda Bay Nickel (WBN) Canada untuk laterit di teluk Weda Halmahera.

Kenyataan yang terjadi ternyata teknologi HPAL mengalami kegagalan pada saat digunakan untuk mengolah *smectite* (*dry laterite* Australia) yang mengandung silikat tinggi, walaupun telah sukses pada uji laboratorium dan *pilot plant*. Sehingga dua *plant* terpaksa ditutup, yaitu Bulong pada tahun 2003 dan Cawse tutup menjelang akhir tahun 2008. Sedangkan Murrin Murrin berpindah pemilik ke Minara pada tahun 2003/2004. HPAL plant yang sukses hanya milik Sumitomo Jepang di Rio Tuba pulau Palawan Philipina karena mengolah limonit mirip limonit Moa Bay. Adapun perbandingan kandungan *smectite* (*dry laterite* Australia) yang mengakibatkan kegagalan HPAL plant dengan HPAL plant yang sukses, dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

**Tabel 4.** Analisa kimia *dry laterite* Australia, Rio Tuba dan Moa Bay<sup>[1,16]</sup>

Senyawa	Smectite Australia	Cawse	Murria-Murrin	Rio Tuba Philipina	Moa Bay Cuba
Ni	1,1	1,0	1,25	1,26	1,3
Co	0,08	0,07	0,08	0,09	0,12
Fe	20,8	18,0	22	42,3	45
SiO <sub>2</sub>	<b>42,9</b>	<b>42,5</b>	<b>42,0</b>	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>
Al	2,8	1,71	2,7	(Si) 4,8	4,8
Mg	<b>4,6</b>	<b>1,58</b>	<b>3,7</b>	1,83	<b>0,55</b>
Mn	0,4	0,17	0,4	<b>2,21</b>	0,8
Cr	0,6	0,92	1,0	0,70	2,0
Ca	0,03	0,03	-	-	-
Mois-ture	> 35 %	>10 %	-	1,89	> 20 %

Smectite adalah mineral utama pada *dry laterite* di Australia.

### Peluang Penelitian Proses Caron

Menurut pengamatan para ahli terutama Dalvi dkk dari INCO Canada, ke depan tidak ada lagi proyek untuk pengolahan laterit kadar rendah dengan proses Caron. Hal ini tidak bisa dibantah karena berdasarkan pengalaman litbang Sherrit Gordon, AMAX, dan terutama COFREMMI yang selama 15 tahun mengolah berbagai jenis laterit terutama laterit kadar rendah pada skala laboratorium dengan HPAL beserta modifikasi proses HPAL. Kemudian dilanjutkan dengan *demonstration integrated pilot plant* selama dua (2) tahun. Ternyata proses HPAL terutama modifikasi proses HPAL oleh AMAX-Cofremmi lebih unggul dari proses pengolahan laterit yang lain, baik dari sisi perolehan (*recovery*) metal maupun kebutuhan energi. Adapun hasil kajian COFREMMI yang dipublikasikan pada tahun 1986, dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5.** Hasil kajian COFREMMI untuk proses proses pengolahan laterit<sup>[14]</sup>

Alternatif Proses	Kebutuhan Energi (MJ/Kg Nikel)	Perolehan Metal (Recovery)
Matte smelting	700 – 800	65 – 80
Ferronickel smelting	600 – 700	60 – 70
Ammonia	500 – 600	65 – 75
Leach	350 – 400	80 – 90
Moa Bay Acid Leach	200 – 300	92 – 94
COFREMMI Acid Leach		

Disamping hasil kajian COFREMMI diatas, berdasarkan pengalaman juga ditemukan faktor-faktor penghambat penggunaan proses Caron sbb :

- Perolehan (*recovery*) yang rendah untuk metal, yaitu : 70 – 80% untuk Ni dan 35–50% untuk Co.
- Konsumsi energi tinggi karena digunakan untuk menghaluskan bijih, pengeringan bijih, dan pemanggangan reduksi bijih pada temperatur 750 - 800 °C dengan menambahkan gas reduktor

CO + H<sub>2</sub> didalam MHF (*Multiple Hearth Furnace*).

- Butuh biaya modal besar untuk membangun. Sekitar 70 % dari biaya digunakan pada unit penghalusan bijih, pengeringan bijih, dan pemanggangan reduksi dengan MHF. Dimana biaya terbesar digunakan pada pembangunan unit MHF.

Namun demikian dengan kondisi laterit kadar rendah yang ada di Indonesia terutama dari Halmahera, proses Caron tidak bisa diabaikan untuk mengolah laterit kadar rendah yang banyak mengandung magnesium tinggi (Mg > 6 % atau MgO > 10 %). Kenyataan ini bisa dilihat dari hasil eksplorasi di Halmahera oleh PT.Antam dan PT Weda Bay Nickel. Disamping itu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 diatas, sampai saat ini proses Caron masih eksis karena keunggulan yang dimilikinya, yaitu :

- Teknologi sudah *proven* (mapan)
- Umpan bijih lebih fleksibel
- Ammonia (NH<sub>3</sub>) bisa diaur ulang.
- Tidak ada masalah dengan bahan bahan pada peralatan untuk proses. Pada proses HPAL dibutuhkan bahan khusus untuk *autoclave*.
- Tidak ada masalah dengan teknologi proses dari filtrat (larutan) hasil *leaching* (pelindian) dengan pelarut AAC (*Ammonia Ammonium Carbonate*) sampai mendapatkan produk yang diinginkan (lihat Gambar 1).

Berdasarkan hasil eksplorasi laterit di Halmahera oleh PT Aneka Tambang dan PT Weda Bay Nickel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6 s/d 8, ternyata laterit dari Halmahera dominan dengan laterit kadar rendah yang sesuai untuk diolah dengan jalur proses hydrometalurgi. Dimana laterit kadar rendah tersebut mengandung MgO bervariasi dari 0,8 – 4,72 % MgO untuk limonit dan 16,97 – 34,4 % MgO untuk saprolit.

**Tabel 6.** Pengelompokan mineral dan komposisi kimia contoh bijih Sangaji<sup>[13]</sup>

Daerah	Mineral	Tebal lapisan (m)	C. o.g (%)	Ni	Co	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Densitas
				(%)						
Sangaji	Liminit	12	Ni>1	1,61	0,064	44,7	5,26	4,72	30,04	1,01
	Saprolit	7		1,55	0,018	16,3	0,59	16,97	41,46	1,03
	Total			1,587	0,05	34,23	2,588	9,23	34,32	1,017

Catatan : Limonit mengandung Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 25 % dan MgO < 10 %

**Tabel 7.** Detailed mineral resources – 2004 Weda drilling program<sup>[13]</sup>

Class	Geological Horizon	Mdt	Ni	Co	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Dry Bulk Density
Indicated	Lomg (limonite)	4,2	0,81	0,17	6,05	2,80	52,31	1,71	22,68	0,92
		14,6	1,26	0,15	5,15	2,95	53,35	3,03	20,74	0,86
	Himg (saprolite)	16,9	1,59	0,03	0,81	0,88	15,51	26,52	44,15	1,12
	Sub Total	35,7	1,36	0,09	3,20	1,95	35,31	14,00	32,06	0,99
Inferred	Lomg (limonite)	1,1	0,73	0,22	8,66	2,94	59,16	2,71	10,07	1,04
		3,5	1,3	0,12	5,12	2,16	44,42	6,55	27,18	0,92
	Himg (saprolite)	5,6	1,65	0,03	1,29	0,87	16,54	22,61	47,92	1,10
	Sub Total	10,3	1,43	0,08	3,41	1,54	30,72	14,95	36,70	1,03
Indicated	Lomg (limonite)	7,3	0,77	0,16	9,73	2,97	66,07	1,22	3,26	0,96
		10,3	1,24	0,18	7,16	3,18	67,44	1,63	4,12	0,86
	Himg (saprolite)	14,6	1,59	0,03	1,07	0,85	16,10	29,57	37,45	1,13
	Sub Total	32,1	1,29	0,11	4,98	2,07	43,84	14,21	19,05	1,00
Inferred	Lomg (limonite)	12,5	0,80	0,17	9,04	2,94	67,49	1,09	2,51	0,94
		9,7	1,24	0,20	6,93	2,94	66,07	2,03	5,14	0,84
	Himg (saprolite)	24,3	1,85	0,03	0,99	0,88	16,04	28,44	37,74	1,07
	Sub Total	46,5	1,44	0,10	4,39	1,86	40,27	15,60	21,49	0,99
Boki Mokot										
Inferred	Lomg (Limonite)	2,8	0,82	0,15	9,73	2,86	67,69	0,80	2,35	1,06
		8,9	1,24	0,15	7,22	2,89	66,40	2,05	4,90	1,05
	Himg (Saprolite)	8,8	1,61	0,02	0,85	0,72	14,47	30,31	38,41	1,02
	Sub Total	20,4	1,34	0,10	4,82	1,95	44,13	14,05	18,99	1,04

Catatan : Limonit mengandung Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 25 % dan MgO < 10 %

**Tabel 8.** Pengelompokan mineral dan komposisi kimia bijih dari P.Pakal & Tjg. Buli<sup>[13]</sup>

Daerah	Mineral	Tebal Lapisan (m)	c.o.g. (%)	Ni	Co	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>
				(%)					
P. Pakal	Liminit	4	Ni>1	1,75	0,21	34,7	-	2,795	16,875
	Saprolit	6		1,493	0,023	11,37	-	25,38	45
	Total			1,59	0,09	20,70	-	16,346	33,75
Tjg. Buli	Liminit	8	Ni>1	1,457	0,14	46,1	-	1,325	4,39
	Saprolit	2		1,36	0,025	7,35	-	34,4	39,75
	Total			1,376	0,11	38,67	-	7,26	11,04

Catatan : Limonit mengandung Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 25 % dan MgO < 10 %

Limonit dengan kandungan 0,8 - 4,72% MgO memang sesuai untuk diolah dengan proses HPAL, tetapi dengan kandungan silikat diatas 10% (16,875 - 30% SiO<sub>2</sub>) maka penggunaan teknologi HPAL masih perlu dipertanyakan. Hal ini berdasarkan kenyataan dengan kegagalan HPAL karena mengolah laterit kadar rendah yang tidak mirip limonit Moa Bay. HPAL *plant* yang sukses hanya Moa Bay Cuba dan Rio Tuba Philipina. HPAL *plant* di Australia maupun *Goro demonstration HPAL plant* milik INCO di New Caledonia, boleh dikatakan gagal.

Saprolit kadar rendah dengan kandungan 16,97 - 34,4 % MgO dan 37,45 - 47,92 % SiO<sub>2</sub>, tidak ada jalan lain hanya proses Caron yang bisa mengolahnya.

Dengan melihat kenyataan laterit kadar rendah Halmahera dengan kandungan magnesium (Mg/MgO) dan silikat (SiO<sub>2</sub>) yang bervariasi, dimana kedua unsur tersebut sangat berpengaruh terhadap kesuksesan untuk diolah dengan HPAL. Maka berdasarkan penjelasan diatas, proses Caron tidak bisa diabaikan untuk mengolah laterit kadar rendah Halmahera. Pertanyaannya proses Caron yang bagaimana untuk bisa mengolah laterit kadar rendah tersebut? Jawabannya adalah penelitian modifikasi proses Caron yang sukses dan tepat yang bisa mengolah berbagai jenis laterit kadar rendah dengan perolehan (*recovery*) Ni maupun Co yang setara dengan perolehan (*recovery*) proses HPAL.

Masalah pada proses Caron terutama pada pemanggangan reduksi sehingga menghasilkan perolehan (*recovery*) yang rendah, yaitu Ni : 70 - 80% dan Co : 35-50%. Sedangkan dari tahap *leaching* (pelindian) terhadap hasil pemanggangan sampai produk akhir NiO sudah *proven* (mapan) teknologinya. Menurut pendapat penulis pada perbaikan teknologi pemanggangan reduksi untuk berbagai jenis laterit kadar rendah sehingga diperoleh hasil setara dengan proses HPAL, dan pemakaian energi lebih ekonomis. Merupakan peluang penelitian

untuk proses Caron yang sangat memungkinkan untuk dilakukan oleh anak bangsa di lembaga riset maupun perguruan tinggi ditanah air.

## KESIMPULAN

1. Peluang penelitian untuk proses Caron masih terbuka terutama untuk mengolah laterit kadar rendah Halmahera. Karena sudah terbukti proses HPAL telah gagal digunakan untuk mengolah laterit kadar rendah yang tidak mirip dengan limonit Moa Bay. Walaupun secara laboratorium dan pilot plant tidak ada masalah dengan teknologi HPAL.
2. Peluang penelitian yang sangat mungkin dilakukan adalah memperbaiki teknologi pemanggangan reduksi dengan target mendapatkan perolehan (*recovery*) yang mendekati perolehan proses HPAL, yaitu dari 70 - 80% Ni dan 35 - 50% Co meningkat menjadi 80 - 90 % Ni dan 80 - 90 % Co. Juga pemakaian energi tetap ekonomis. Karena teknologi dari *leaching* (pelindian) terhadap hasil pemanggangan sampai produk akhir NiO sudah *proven* (mapan).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, Arifin. 2007. *Prospek Penggunaan Proses HPAL Untuk Pengolahan Bijih Nikel Laterit Kadar Rendah Indonesia*. Metalurgi Volume 22 Nomor 1 Juni 2007.
- [2] Baillie, M.G. 2002. *An Update of The Weda Bay Nickel/Cobalt Laterite Projects*. Weda Bay Minerals Inc.
- [3] Bhanushali, Tarang dkk. 2007. *Nickel : Near-term bullish*. Infoline, September 24, 2007: India.
- [4] Chalkley, M.E dkk. 1997. *The acid pressure leach process for nickel and cobalt laterite. Part I : Review of operations at Moa*. Proceeding of the Nickel-Cobalt 97 International

- Symposium-Volume I, August 17-20, Sudbury, Ontario: Canada.
- [5] Dalvi, Ashok D dkk. 2004. *The Past and the Future of Nickel Laterites*. PDAC 2004 International Coverence, Trade Show & Investors Exchange, March 7 – 10: Canada.
- [6] Davidson, Vanessa. 2008. *Nickel Market Overview-The Supply Response*. INSG Meeting October 2008.
- [7] Faris, M.D dkk. 1997. *Pressure acid leaching of nickel laterite ores from New Caledonia*. Proceeding of the Nickel-Cobalt 97 International Symposium-Volume I, August 17-20: Sudbury, Ontario, Canada.
- [8] Habashi, Fathi. 1993. *Nickel in Cuba*. Proceeding of the Paul E. Queneau, International Symposium, Edyted by R.G Reddy and R.W Weizenbach: Department of Mining & Metallurgy, Laval University, Quebec Canada.
- [9] Lynch, John. 2004. *Mineral Resources Estimate Increase for The Weda Bay Nickel Cobalt Projects, Halmahera Island, Indonesia*. Technical Report in Accord with National Instrument 43-101.
- [10] Prado, Faustino L. 2004. *Sixty Years of Caron: Current Assesment*. International Laterite Nickel Symposium 2004. Edited by W.P Imrie and D.M. Lane. March 14 – 18.
- [11] Reid, John G dkk. 2004. *Yabulu 25 Years On*. International Laterite Nickel Symposium 2004. Edited by W.P Imrie and D.M. Lane. TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), March 14 – 18.
- [12] Rodriguez, R.I. 2004. *Reduction in Energy Cost in Cuban Caron Process Plant*. International Laterite Nickel Symposium 2004. Edited by W.P Imrie and D.M. Lane. TMS (The Minerals, Metals & Materials Society). March 14 – 18.
- [13] Rustiadi dkk. 2009. *Identifikasi Mineralogi Bijih Nikel Laterit Kadar Rendah Halmahera Serta Kemungkinan Pengolahannya Kedepan*. Laporan akhir kegiatan program insentif bagi peneliti dan teknisi LIPI. Departemen Pendidikan Nasional dan LIPI.
- [14] S.A., Cofremmi. *The Cofremmi Acid Leach Process for Laterite Ores*. Compagnie Francaise d'Entreprises Minieres Metallugiques et d'Investissements.
- [15] Taylor, Alan. 2009. *Trends in Nickel-Cobalt Processing*. ALTA Metallurgical Services, ALTA Ni-Co 2009 Conference.
- [16] Tsuchida, N dkk. 2004. *Development Of Process Design For Coral Bay Nickel Project*. International Laterite Nickel Symposium 2004. Edited by W.P Imrie and D.M. Lane. TMS (The Minerals, Metals & Materials Society). March 14 – 18.
- [17] Wedderburn, Bruce. 2007. *Nickel Laterite A Shift Towards Heap Leaching*. Malachite Process Consulting.

## RIWAYAT PENULIS

**Puguh Prasetyo**, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 8 Maret 1958, lulus S1 Teknik Pertambangan ITB pada tanggal 8 Maret 1986, dan bekerja sebagai staf peneliti di Puslit Metalurgi sejak 1986 sampai saat ini.