

Pembuatan Baja Tahan Karat dengan Rute Dupleks AOD: Aspek Teknologi dan Ekonomi

Zulfiadi Zulhan, Eddy Agus Basuki, Sunara Purwadaria

Program Studi Teknik Metalurgi, Institut Teknologi Bandung

Email: zulfiadi.zulhan@gmx.de

Abstrak

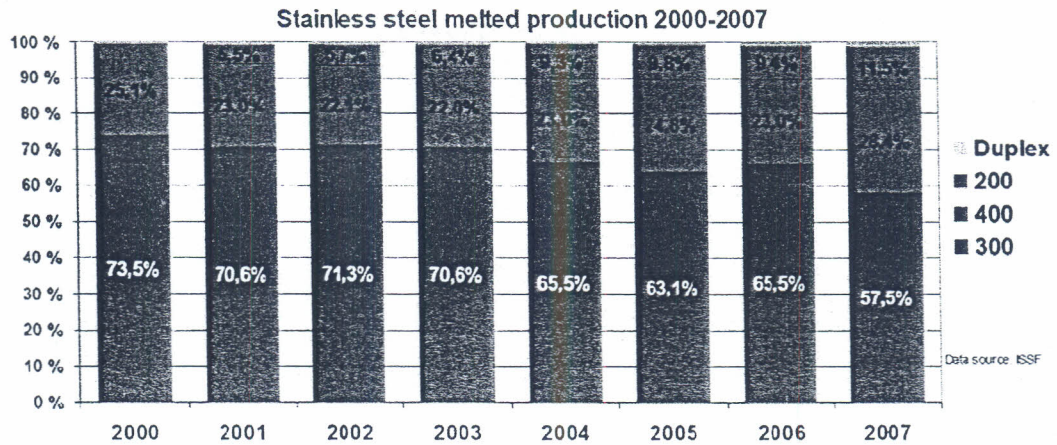
Produksi baja tahan karat di dunia terus meningkat dengan produksi saat ini sekitar 30 juta ton per tahun. Akan tetapi, Indonesia yang mempunyai cadangan bijih nikel laterit yang besar belum berkontribusi untuk menghasilkan baja tahan karat. Pada dasarnya teknologi yang digunakan untuk pembuatan baja tahan karat adalah mirip dengan teknologi yang digunakan pada pembuatan baja karbon, dimana Indonesia sudah menguasai teknologi tersebut sejak tahun 1970-an. Perbedaan utama antara pabrik baja karbon dan pabrik baja tahan karat terletak pada AOD dan / atau VOD. Teknik-teknik untuk membuat baja tahan karat juga tidak begitu rumit dan teknologinya telah berkembang baik pada tahun 1960-an sejak VOD dan AOD diperkenalkan. Teknologi pembuatan baja tahan karat sudah teruji (proven) dan dapat dibeli dari provider technology. Pengoperasian pabrik AOD dan / atau VOD juga menjadi lebih mudah dengan menggunakan Level 2 automation system. Aspek teknologi dan ekonomi dari proses pembuatan baja tahan karat dibahas pada tulisan ini.

Kata kunci: AOD, VOD, rute dupleks, austenitik

I. Pendahuluan

Kebutuhan baja tahan karat di dunia meningkat sekitar 4,9% per tahun hingga tahun 2010, dimana 7% peningkatan di India dan 8,45% di China^[1]. Menurut prediksi, pertumbuhan kebutuhan baja tahan karat di dunia antara tahun 2010 – 2015 adalah 4,2% yang didorong oleh penggunaan baja tahan karat di banyak sektor seperti peralatan rumah tangga, permesinan, pipa-pipa, bangunan untuk estetika, konstruksi, sanitari, otomotif dan lain-lain.

Baja tahan karat dapat diklasifikasikan menjadi austenitik, ferritik, martensitik, dupleks dan *precipitation hardening* yang mengandung 10-30% kromium. Menurut AISI, baja tahan karat yang umum digunakan dikelompokkan menjadi seri 200 untuk baja austenitik kandungan mangan tinggi, seri 300 untuk baja tahan karat austenitik dan seri 400 untuk baja tahan karat ferritik atau martensitik. Seri 300 yang mempunyai kandungan nikel antara 8 – 10% masih dominan (lebih dari 50%) diproduksi di dunia seperti diperlihatkan pada **Gambar 1** dan **Tabel 1**.

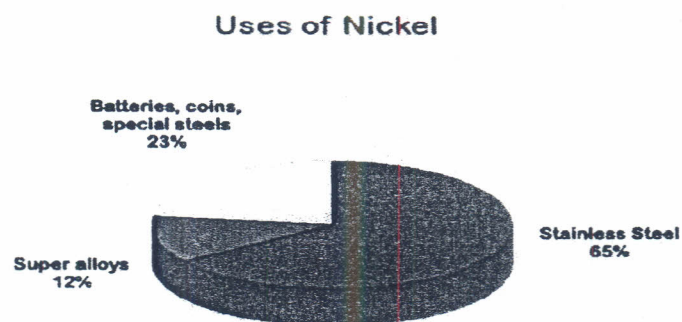


Gambar 1: Persentase grade baja tahan karat yang diproduksi dari tahun 2000-2007^[2]

Tabel 1: Persentase grade baja tahan karat yang diproduksi dari tahun 2009-2010^[3]

Grade	Tahun 2009	Tahun 2010
CrMn steels (200 series)	11,7 %	11,3 %
CrNi steels (300 series)	60,6 %	58,3 %
Cr steels (400 series)	27,8 %	30,5 %

Sekitar 65% dari nikel logam nikel yang dihasilkan di dunia baik dalam bentuk ferronikel maupun nikel murni digunakan untuk pembuatan baja tahan karat seperti diperlihatkan pada **Gambar 2**. Usaha untuk merealisasikan pabrik baja tahan karat di Indonesia sudah dimulai pada tahun 1990-an dengan feasibility study dan sebagainya. Pada kenyataannya, hingga hari ini, belum ada pabrik peleburan baja tahan karat di Indonesia. Fakta menunjukkan bahwa Indonesia termasuk dalam lima besar negara di dunia dalam pertambangan nikel. Indonesia mempunyai cadangan bijih nikel limonit dan besi laterit yang besar sebagai bahan baku baja tahan karat. Beberapa perusahaan di Indonesia saat ini sudah mulai fokus untuk membangun pabrik baja tahan karat terintegrasi seperti PT. AJSI^[4] dan mudah-mudahan pabrik tersebut dapat terealisasi dengan cepat.



Gambar 2: Persentase grade baja tahan karat yang diproduksi dari tahun 2000-2007^[2]

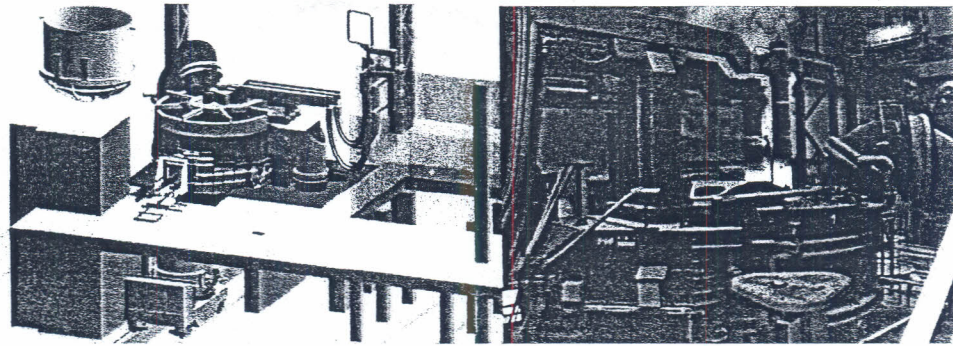
II. Teknologi Pembuatan Baja Tahan Karat

Buku yang membahas secara detail mengenai teknologi pembuatan baja tahan karat sudah diterbitkan pada tahun 1960-an, *Die Edeltahlerzeugung*^[5] yang membahas lengkap mengenai peleburan, pencetakan dan pengujian produk. Pada awalnya, baja tahan karat dibuat dengan menggunakan logam kromium murni yang dihasilkan dengan proses aluminotermik. Karena harga logam kromium murni lebih mahal dan didapatkan teknologi yang murah untuk menghasilkan ferrokromium dengan reduktor karbon, maka proses pemurnian baja tahan karat difokuskan untuk menghilangkan karbon yang terdapat dalam paduan ferrokarbon. Bergantung pada jenis ferrokarbon (*high, medium* dan *low carbon*), kandungan karbon dapat berkisar antara 0,1-7%. Penhembusan oksigen dalam suasana atmosferik tidak dapat menurunkan kandungan karbon, karena kromium mempunyai afinitas yang tinggi terhadap oksigen. Oleh karenanya, dua teknologi telah dikembangkan untuk menurunkan kandungan karbon tanpa mengoksidasi kromium secara berlebihan yaitu AOD (*argon oxygen decarburization*) dan VOD (*vacuum oxygen decarburization*). AOD menurunkan tekanan parsial gas karbon monoksida dengan menginjeksikan argon atau nitrogen ke dalam proses, sedangkan VOD menggunakan prinsip menurunkan tekanan total di proses lebih kecil dari tekanan atmosferik (menjadi vakum) untuk menurunkan tekanan parsial gas karbon monoksida.

Sebelum diproses di AOD maupun VOD, material untuk membuat baja tahan karat harus dilebur terlebih dahulu. Proses peleburan dapat dilakukan di tanur induksi maupun di electric arc furnace (EAF), **Gambar 3**. Tanur induksi berfungsi hanya sebagai alat untuk melebur, sehingga proses pemurnian berupa dekarburisasi dan deposforisasi tidak mungkin untuk dilakukan. Tanur induksi disarankan untuk industri pengecoran dengan skala produksi kecil, satu heat < 10 ton. Untuk skala besar dan untuk memungkinkan dilakukan proses pemurnian awal (de-C dan de-P), maka EAF sangat disarankan. Material yang akan dilebur dihitung terlebih dahulu, dan dapat berasal dari scrap baja tahan karat, scrap baja karbon, ferrokromium, ferronikel, serta ferroalloy lainnya sesuai dengan *grade* yang akan diproduksi. *Spout tapping* disarankan digunakan untuk peleburan material pada pembuatan baja tahan karat, karena diharapkan semua lelehan logam dan terak dapat di-*tapping* ke dalam ladle. Deslagging kemudian dilakukan untuk membuang slag di ladle. Transformer dari EAF ditentukan berdasarkan persamaan empirik berikut dari beberapa data pabrik UHP (ultra high power) - EAF:

$$\text{Transformer [MVA]} = 0,82 \times \text{Tapping Weight [ton]}$$

Kecenderungan untuk masa mendatang, transformer = tapping weight, misal untuk tapping weight dari EAF 100 ton, maka transformer yang dipasang adalah 100 MW.



Gambar 3: 140t EAF at Outokumpu Stainless Tornio No. 2^[6]

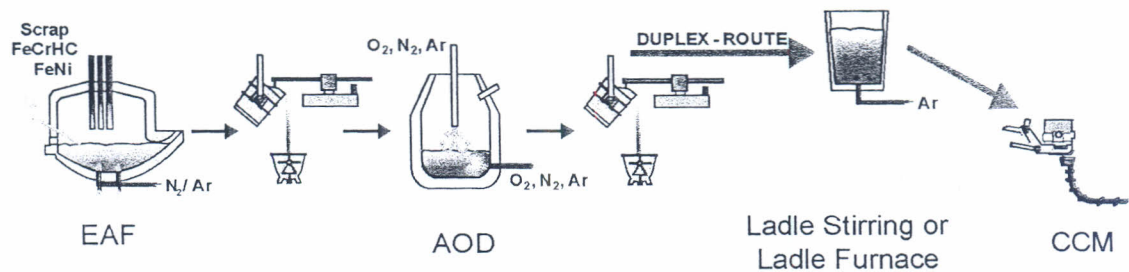
Untuk selanjutnya lelehan logam di-*charging* ke AOD atau ke VOD, bergantung pada jumlah produksi serta *grade* yang akan dihasilkan. Untuk pabrik yang hanya bafokus untuk memproduksi baja tahan karat, AOD sangat disarankan. AOD mempunyai produktivitas yang lebih tinggi (sekitar 2X) dibandingkan dengan VOD karena laju dekarburisasi yang cepat. Dengan menggunakan AOD, heat yang dihasilkan per hari dapat berkisar antara 18-20 heat, sedangkan VOD maksimum 10 heat, bergantung pada kandungan awal dari karbon. Selain itu, sequence dari CCM lebih dari 2 heat sangat sulit atau tidak memungkinkan untuk dilakukan menggunakan VOD.

Untuk pabrik baja karbon eksisting, seperti PT. Krakatau Steel, yang ingin memproduksi baja tahan karat disamping baja karbon sebagai *core business*, VOD dapat dipasang. Jumlah baja tahan karat yang diproduksi bergantung pada permintaan konsumen, misal 2 heat per hari atau beberapa heat dalam seminggu. Untuk selebihnya VOD dapat digunakan untuk melakukan proses degassing maupun dekarburisasi dari baja karbon. Yang perlu diperhatikan adalah satu EAF khusus digunakan untuk melebur ferrokrom dan ferronikel, karena kromium dan nikel sisa dapat mengotori beberapa produk dari baja karbon. Pembuatan baja tahan karat dengan menggunakan VOD dapat dilihat pada publikasi sebelumnya^[7].

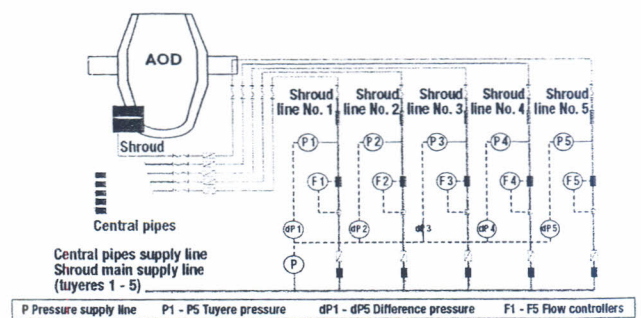
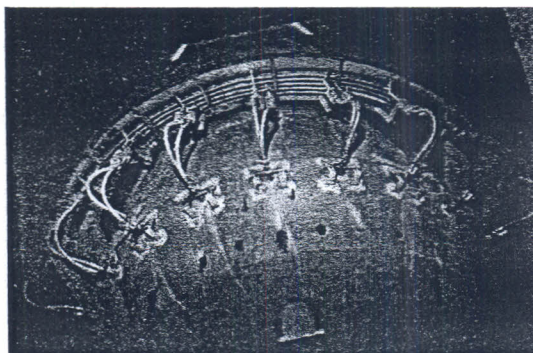
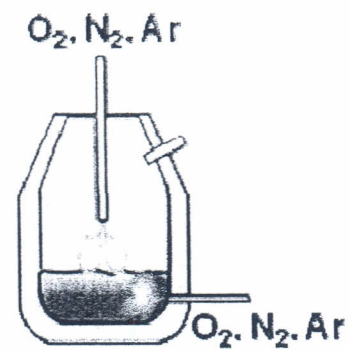
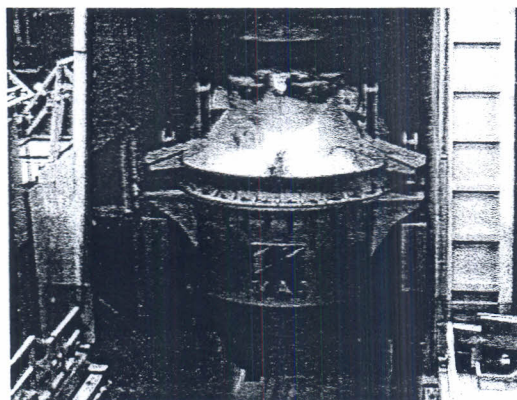
Rute yang digunakan untuk menghasilkan baja tahan karat dengan AOD diberikan pada **Gambar 4**. Rute ini dikenal dengan rute dupleks, karena hanya menggunakan EAF sebagai melting unit dan AOD sebagai refining unit. Rute-rute lain untuk memproduksi baja tahan karat telah dipublikasikan^[8]. Rute dupleks ini sangat disarankan untuk memproduksi grade baja tahan karat seri 200 dan seri 300, yang paling banyak diproduksi dan kebutuhannya seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

Pada proses AOD, **Gambar 5**, oksigen dihembuskan pada kondisi atmosferik ke dalam vessel melalui top lance yang mempunyai prinsip hampir sama dengan LD-Converter.

Nitrogen atau argon dihembuskan melalui tuyere yang dipasang dibagian bawah AOD untuk mengurangi tekanan parsial gas karbon monoksida dan untuk meminimalkan oksidasi dari kromium. Selain itu, untuk mempercepat proses dekarburisasi, oksigen juga dihembuskan melalui tuyere.



Gambar 4: Rute dupleks, EAF - AOD - LS/LF - CCM

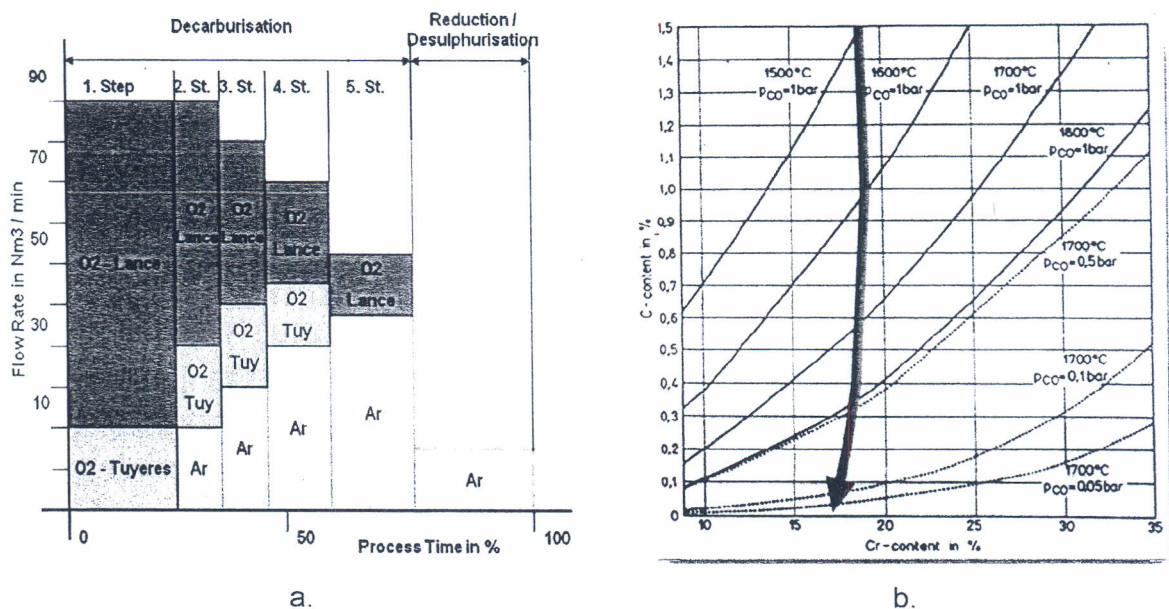


Gambar 5: AOD converter [9]

Contoh pola penghembusan argon dan oksigen melalui top lance dan tuyere diperlihatkan pada Gambar 6. Dimana pada saat awal hanya oksigen yang dihembuskan baik melalui top lance dan tuyere. Jumlah oksigen dari tuyere dikurangi perlahan-lahan, tahap demi

tahap, seiring dengan penambahan jumlah argon atau gas inert lain yang diinjeksikan. Pada tahap akhir, hanya gas inert yang diinjeksikan melalui tuyere dan oksigen dihembuskan melalui top lance.

Setelah kandungan karbon yang diinginkan tercapai oksigen dihentikan, diaduk dengan argon beberapa saat, kemudian ferrosilikon ditambahkan bersama dengan bahan imbuah (flux) untuk membentuk terak yang baik yang dapat digunakan untuk proses desulfurisasi. Pada tahap ini, hanya argon yang dihembuskan sebagai pengaduk. Ferrosilikon ditambahkan untuk mengambil kembali kromium dari kromium oksida dalam terak yang teroksidasi pada saat penghembusan oksigen.

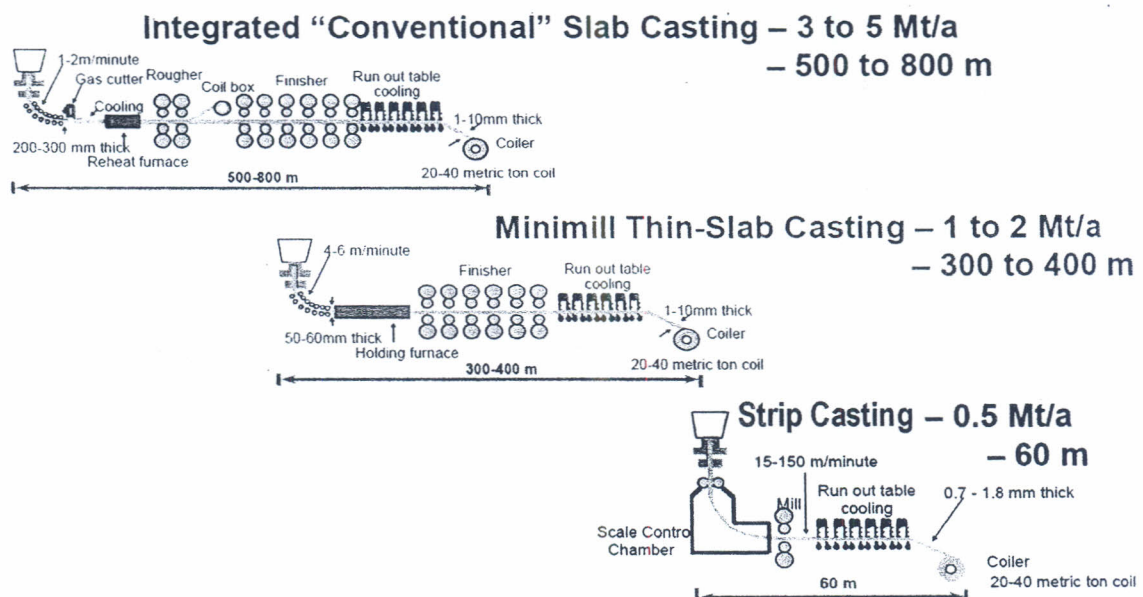


Gambar 6: a. Pola penghembusan gas argon dan oksigen, b. Kurva C-Cr-P_{CO}

Setelah proses pemurnian selesai dilakukan di AOD converter, lelehan baja kemudian dibawa ke *ladle stirring* atau ke *ladle furnace* untuk melakukan proses *fine tuning* (mengatur komposisi) dan juga untuk menjaga temperatur untuk kebutuhan CCM. *Ladle furnace* lebih disarankan untuk dipasang dari pada *ladle stirring* untuk menjaga sekuens dari CCM.

Produk dari baja tahan karat masih didominasi oleh produk flat dengan prosentase sekitar 80%. Untuk pengecoran kontinyu produk flat, terdapat tiga teknologi yang dapat dipilih yaitu: *conventional slab caster*, *thin slab caster* dan *strip caster*, Gambar 7. Dua thin slab

caster dengan merek dagang CSP[®] yang dikembangkan oleh SMS Siemag telah berhasil dioperasikan di Nucor Crawfordsville and Acciai Speciali Terni (AST) ^[10] pada akhir dekade 1990-an. Setelah itu, Eurostrip[®] menggunakan teknologi *twin roller strip casting technology* yang dikembangkan oleh Thyssen Krupp Stahl, Usinor and VAI, telah sukses dioperasikan untuk mengecor baja tahan karat AISI 304 di Thyssen Nirosta (KTN), Krefeld, Jerman^[11]. Pada umumnya, termasuk pada pabrik-pabrik yang baru dibangun di China dengan kapasitas yang besar di Taiyuan ISCO dan di LISCO yang di-commissioning tahun 2006 dan 2007, *conventional slab caster* digunakan untuk pengecoran kontinyu baja tahan karat. Hal ini dapat disebabkan oleh teknologi yang sudah teruji untuk *conventional slab caster* dan dapat digunakan untuk mengecor semua jenis baja tahan karat.



Gambar 7: Perbandingan teknologi *continuous casting* ^[11]

III. Aspek Ekonomi

Seperti telah disinggung sebelumnya, seri 300 masih mendominasi pasar dari baja tahan karat dan kebanyakan adalah AISI 304 dan AISI 316^[3]. Komposisi tipikal dari grade 304 dan 316 diberikan pada Tabel 2. Untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk charging material, AISI 304 diambil sebagai contoh. Scrap baja karbon, ferronikel, ferrokromium, ferrosilikon, ferromangan digunakan sebagai charging material utama untuk pembuatan baja tahan karat AISI 304. LC-FeNi bisa didapatkan di dalam negeri, dari PT Antam Tbk, sedangkan ferrokromium, ferrosilikon, dan ferromangan diimpor dari luar.

Silikomangan dapat digunakan juga sebagian untuk mensubstitusi ferrosilikon dan ferromangan; pabrik ferromangan sudah dibangun di Indonesia. Perhitungan jumlah dan biaya material untuk menghasilkan baja tahan karat, berdasarkan harga pada tahun 2010 diberikan pada **Tabel 3**.

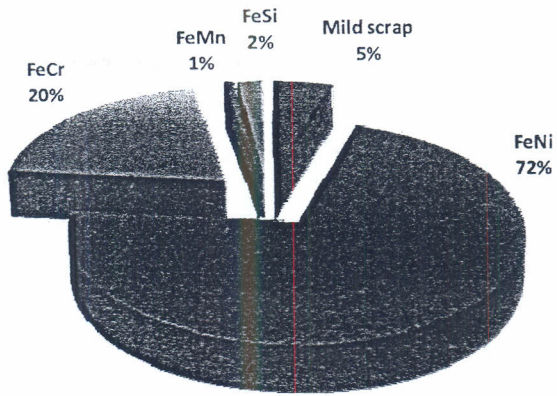
Tabel 2: Komposisi kimia baja tahan karat grade 304 dan 316^[8]

Stainless Steel Grade		%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr	%Cu	%Mo	%N
304	Max	0.055	0.60	1.30	0.035	0.01	8.15	18.30	0.40	0.40	0.060
	Min	0.035	0.40	1.00			8.03	18.05			0.040
304L	Max	0.025	0.60	1.50	0.035	0.01	8.15	18.30	0.40	0.40	0.055
	Min	0.015	0.40	1.30			8.03	18.05			0.035
316L	Max	0.025	0.70	1.65	0.035	0.004	10.15	16.80	0.40	2.15	0.030
	Min		0.50	1.30			10.03	16.60		2.02	

Tabel 3: Kebutuhan material dan biaya untuk memproduksi AISI 304^[8]

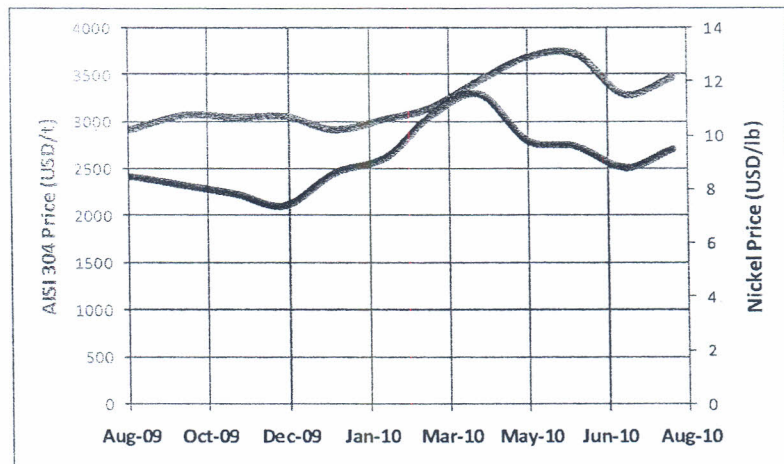
No	Material	Price	Weight	Price	C		Si		Mn		Cr		Ni	
		USD/t	kg	USD	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
1	Scrap	300	37,000	11,100	0.15	56	0.15	56	0.3	111	0.05	19	0	0
2	FeNi LC	5,038	33,500	168,773	0.02	5	0.09	30	0.003	1	0.099	33	22.9	7672
4	FeCrHC	1,693	28,700	48,593	8.58	2462	1.18	329	0	0	64	18368	0	0
5	FeMnLC	998	1,700	1,697	0.23	4	1.2	20	78	1326	0	0	0	0
6	FeSi	1,488	3,000	4,464	0.01	0	75	2250	0.01	0	0.01	0	0	0
	Total	2,258	103,900	234,627	2.43	2528	2.59	2695	1.38	1438	17.73	18420	7.38	7672
	Final	2,448	95,835		0.05	48	0.42	404	0.75	719	18.07	17315	8.00	7672

Untuk menghasilkan ~96 ton baja tahan karat, biaya yang dibutuhkan untuk material logam adalah 234,627 USD (~Rp. 2,1 milyar). Walaupun kandungan nikel ~8% di produk, tetapi kontribusi biaya ferronikel adalah 72% dari keseluruhan harga material, **Gambar 8**. Oleh karenanya, harga AISI 304 sangat bergantung pada harga nikel seperti diperlihatkan pada **Gambar 9**. Selain itu, bahan imbuhan ditambahkan baik di EAF maupun di AOD. Kebutuhan bahan imbuhan adalah ~ 150 kg/ton baja tahan karat maka biaya untuk bahan imbuhan adalah ~ 16 USD/ton.

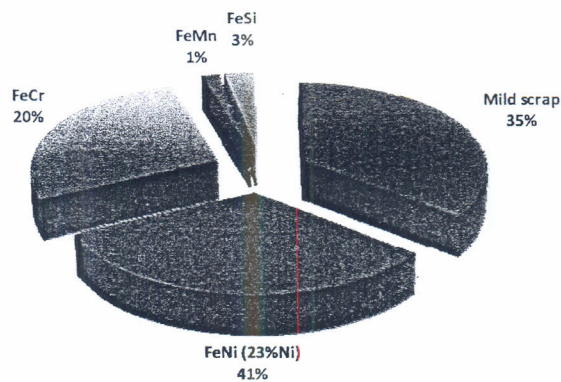


Gambar 8: Kontribusi harga dari charging material.

Persentase kebutuhan material dalam persen berat untuk menghasilkan baja tahan karat AISI 304 diberikan pada Gambar 10. Material yang paling banyak dibutuhkan adalah ferronikel (41%), diikuti oleh scrap baja karbon (35%) dan ferrokromium (25%). Jumlah scrap dapat diminimalkan dengan mengolah limonit yang mengandung besi hingga 50% dan nikel kurang dari 1,5%, misal dengan membuat nickel pig iron.



Gambar 9: Korelasi antara harga AISI 304 and dan harga nikel^[8]



Gambar 10: Persentase kebutuhan material dalam persen berat

Konsumsi material dan listrik untuk memproduksi satu ton baja tahan karat di EAF dan di AOD diberikan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**. Biaya lain-lain yang dibutuhkan adalah ~70 USD/t sehingga didapatkan slab, biaya total yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 ton AISI 304 adalah ~2,720 USD/t.

Tabel 4: Konsumsi dan biaya tambahan untuk menghasilkan 1 ton AISI 304 di EAF.

Komponen	Satuan	Konsumsi	USD/satuan	USD/t
Energi listrik	kWh / t	610	0,12	73,20
Elektroda	kg / t	2,6	4,00	10,40
Oksigen	Nm ³ / t	24	0,30	7,20
Gas alam	Nm ³ / t	3	0,50	1,50
Injeksi karbon	kg / t	3	40	12,00
Kapur bakar	kg / t	54	0,12	6,48
Dolomit bakar	kg / t	2	0,12	0,24
Refraktori	kg / t	2,5	4,00	10,00
Total				121,02

Tabel 5: Konsumsi dan biaya tambahan untuk gas dan refraktori untuk memproduksi 1 ton AISI 304 di AOD.

Gas	Konsumsi	USD/satuan	USD/t
O ₂	38,9 (Nm ³ /t)	0,30	11,67
N ₂	31,0 (Nm ³ /t)	0,12	3,71
Ar	7,8 (Nm ³ /t)	1,10	8,58
refraktori	10 (kg/t)	4,00	40,00
Total			63,96

Harga AISI 304 pada bulan Agustus 2010 adalah 3,471 USD/t dan harganya berfluktuasi antara 3000 – 3600 USD/t. Harga dari baja karbon diberikan pada **Tabel 6**, dengan harga maksimum ~ 1000 USD/t. Harga material untuk pembuatan baja ~450 USD/t. Perbandingan biaya bahan baku dan harga jual produk untuk baja karbon dan baja tahan karat diberikan pada **Tabel 7**. Terlihat bahwa secara umum, memproduksi baja tahan karat lebih menguntungkan dibandingkan dengan baja karbon.

Tabel 6: Harga baja karbon.

Month	Hot Rolled Coil	Hot Rolled Plate	Cold Rolled Coil	Wire Rod (mesh)	Structural Sections & Beams	Rebar
May-2011	868	1018	979	826	948	756
Apr	882	1004	987	822	926	748
Mar	881	963	979	835	928	768
Feb	850	938	953	833	928	788
Jan-2011	742	841	853	770	855	740

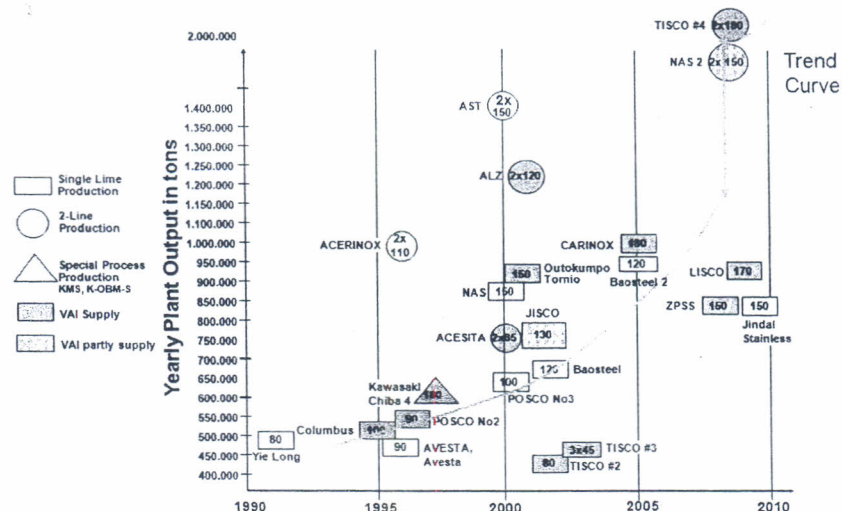
Tabel 7: Perbandingan biaya bahan dan proses dengan harga produk dari baja karbon dan baja tahan karat^[12].

	Biaya bahan baku + proses (USD/t)	Harga produk (USD/t)	Selisih (USD/t)
Baja karbon	550	1,000	450
Baja tahan karat	2,720	3,400	680

Perkiraan biaya investasi untuk membuat produk slab atau *strip* untuk ladle 70t diberikan pada Tabel 8 untuk menghasilkan 440 ribu ton baja tahan karat per tahun. Biaya investasi dapat digunakan lebih lanjut untuk menganalisis keekonomian dari pembangunan pabrik baja tahan karat. Gambar 11 memperlihatkan pabrik baja tahan karat yang dibangun sejak tahun 1990-an^[13]. Pabrik-pabrik yang baru dibangun memproduksi baja dari 0,8 – 2,0 juta ton per tahun dengan ukuran ladle (tapping weight) 150 – 180 ton.

Tabel 8: Perkiraan biaya investasi

EAFF	22	22
AOD	30	30
LF	12	12
CCM	60 (conventional slab caster)	180 (CSP)
Dedusting	15	15
Water system	10	10
Civil, steel structure, building, infrastructure	100	120
Total	249	439



Gambar 11: Pabrik baja tahan karat yang dibangun sejak tahun 1990.

IV. Resume

Kebutuhan baja tahan karat masih terus meningkat dengan pertumbuhan 4,9% per tahun. Hingga saat ini Indonesia belum mempunyai pabrik pembuatan baja tahan karat, faktanya Indonesia termasuk lima besar tambang nikel di dunia. Untuk membuat baja tahan karat AISI 304, prosentase biaya dari nikel adalah 72%, sehingga harga jual baja tahan karat austenitik 304 sangat bergantung pada harga nikel. Teknologi pembuatan baja tahan karat dengan menggunakan rute dupleks EAF-AOD-CCM telah dibahas. Kebutuhan jumlah dan biaya material charging untuk pembuatan per ton baja tahan karat AISI 304 telah dibandingkan dengan baja karbon. Pembuatan baja tahan karat akan memberikan keuntungan yang lebih besar dari pembuatan baja karbon.

Daftar Pustaka

1. <http://www.indiaprwire.com/pressrelease/mining-metals/2010010841035.htm>
2. <http://www.stainlesssteel.com>
3. <http://www.worldstainless.org/News/Media+releases/Stainless+steel+production+for+first+half+of+2010.htm>
4. PT. AJSI, *Pemanfaatan Bijih Nikel Laterit Berkadar Rendah untuk Pembuatan Nickel Pig Iron*, Seminar Nasional Pertambangan dan Metalurgi, ITB, Bandung, 8-9 Juli 2010
5. Leitner, Ploekinger, *Die Edeltahlerzeugung*, Smelzen, Giessen, Pruefen, Springer-Verlag, 1965.
6. J. Ylie-Niemi, H. Knapp, P. Zip, W. Wasserbauer, *Outokumpu Stainless OY – Electric Arc Furnace Melt Shop for Stainless Steelmaking*, Ironmaking Steelmaking, Linz, October 2006.
7. Z. Zulhan, M. Velikonja, Aplikasi VOD untuk Pembuatan Baja Tahan Karat, Prosiding Seminar Nasional Besi dan Baja 2009, ITB, 26-27 Oktober 2009, hal. 115
8. Z. Zulhan, E.A. Basuki, M. Velikonya, *Stainless Steel Manufacturing Technology: Added Value of Indonesian Nickel Commodity*, 4th Added Value Mining Indonesia Seminar, Jakarta, 6-7 October 2010,
9. S. Dallenogare, M. Hibler, Start-up of the UGINE & ALZ Carinox Stainless Steelmaking Plant, Ironmaking Steelmaking, Linz, October 2006.
10. C. Klinkenberg, C. Bilgen, T. Boecher, J. Schlueter, 20 Years of Experience in Thin Slab Casting and Rolling State of the Art and Future Developments, Materials Science Forum, Vols. 638-642 (2010), pp. 3610-3615.
11. H. Legrand, U. Albrecht-Frueh, A. Flick, Status and Application of the EUROSTRIP Casting Process, Millenium Stee, 2k2, pp. 140-145.
12. http://www.asiapacificpartnership.org/pdf/Steel/3rd_meeting/The%20Castrip%20Process.pdf
13. Z. Yuyou, *Primary Steelmaking Technology*, Metals Symposium 2007, Hainan



Dr. Zulfiadi Zulhan, menyelesaikan pendidikan S1 di Teknik Pertambangan, Option Metalurgi Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 1996, pendidikan S2 Institut Teknologi Bandung (ITB) di Bidang Khusus Rekayasa Korosi, Program Magister Rekayasa Pertambangan ITB pada tahun 2000 dan pendidikan S3 di *Institut fuer Eisenhuettenkunde* (IEHK) RWTH Aachen Jerman pada tahun 2006.

Memulai karir sebagai dosen di Teknik Metalurgi ITB tahun 1997, sempat bekerja sebagai metallurgist untuk teknologi vakuum di Siemens-VAI Duisburg Jerman dari tahun 2006- 2009. Telah terlibat dalam *hot commissioning* delapan pabrik vacuum degassing (*RH, VD, dan VOD*) di P.R. China dan UEA. Mendapatkan penghargaan *Ludwig von Bogdandy prize* (2006) dan *Borcher-Plakette award* (2008) dari *RWTH Aachen Jerman*.



Dr. Ir. Eddy Agus Basuki, M.Sc. menyelesaikan pendidikan S1 di Teknik Pertambangan - Option Metalurgi ITB, kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada *School of Materials Science and Engineering, The University of New South Wales*, Australia bergelar Master of Science (M. Sc) in Metallurgy, dan S3 *Doctor of Philosophy (Ph.D.)* in Metallurgy, *The University of New South Wales*, Australia. Saat ini, berkarir sebagai dosen di Teknik Metalurgi ITB, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan