

Pembuatan *Operator Training Simulator* Unit Smelter pada Pabrik Pemurnian Tembaga Menggunakan Fasilitas Pemrograman *Function Block Distributed Control System*

Widya Prapti Pratiwi, Estiyanti Ekawati dan Augie Widyotriatmo

Program Studi Teknik Fisika – Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Operator Training Simulator merupakan media yang tepat untuk melatih para operator baru mengenai proses lapangan agar para operator dapat menjadi handal dan tanggap dalam menghadapi kondisi lapangan tanpa harus mempelajari langsung ke pabrik sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Pada penelitian ini, dibangun simulator proses berdasarkan kondisi sebenarnya pada unit *smelter* (tanur S, tanur CL, dan tanur C) di pabrik pemurnian tembaga. Simulator dibangun menggunakan fasilitas simulasi DCS Centum CS3000 Yokogawa dengan dasar persamaan kesetimbangan energi dan massa yang menghasilkan persamaan dinamika perubahan temperatur dan massa. Persamaan dinamik sistem ini kemudian diolah dan ditampilkan dalam bentuk gambar skema, grafik dan angka yang dapat memudahkan operator dalam mempelajari proses. Berdasarkan simulasi dan validasi yang dilakukan berdasarkan data lapangan, didapatkan bahwa untuk kondisi tunak lelehan tanur S memiliki error 2, 68% dan *blister* tanur CL memiliki kesalahan 5, 83% terhadap sistem lapangan. Sedangkan untuk kondisi *startup* lelehan, tanur S memiliki kesalahan 18, 83%, tanur CL memiliki kesalahan 17, 59%, dan tanur C memiliki kesalahan 20, 09% terhadap kondisi lapangan. Nilai kesalahan ini disebabkan oleh kekurangakuratan pendekatan model pada sistem lapangan akibat data lapangan yang terlalu sedikit dan tidak mencapai kondisi tunak. Selain itu, kondisi *startup* lapangan yang tidak ideal juga mempengaruhi keakuratan validasi.

Kata kunci: Operator Training Simulator, smelter, pemurnian tembaga, massa, energi, DCS

Abstract

Operator Training Simulator (OTS) is a training simulator for operator to learn actual process without disrupting normal operation of plant. In this study, OTS was developed for copper smelter unit (furnace S, CL and C). Simulation was performed using DCS Centum CS 3000 Yokogawa based on mass and energy conservation law. As a result, dynamic equation of temperature and mass were analyzed and displayed in the form of graphic, number, and figure in order to simplify learning process. Simulation result has been validated to actual data. At Steady state condition, error for furnace S product and blister furnace CL are 2, 68% and 5, 83%. Meanwhile, error at startup condition for furnace S, CL and C are 18.83%, 17.59% and 20.09%, respectively.

Keyword: Operator Training Simulator, smelter, mass, energy, DCS

1 Pendahuluan

Indonesia memiliki 4, 1% cadangan tembaga dunia [1]. Namun demikian, hanya terdapat satu pabrik pemurnian tembaga di Indonesia, yaitu PT Smelting di Gresik, Jawa Timur, sehingga banyak bijih tembaga yang tidak dapat melalui proses pemurnian. Untuk menambah kuantitas tembaga yang dimurnikan dapat dilakukan dengan cara membuka pabrik baru, menambah kapasitas pabrik yang sudah ada, ataupun dengan optimasi proses. Beberapa cara peningkatan kuantitas di atas membutuhkan tambahan operator yang memerlukan pengenalan serta pelatihan terhadap lingkungan pabrik dan proses tidak hanya pada saat proses normal operasi tetapi juga pada saat kondisi khusus seperti *startup*, *shut down*, dan kondisi darurat yang jarang terjadi pada aktivitas pabrik sehari-hari

sehingga operator pun jarang dapat mengamatinya. Jika operator belajar langsung di lapangan, maka operasi yang berlangsung di pabrik dapat terganggu. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat yang dapat digunakan sebagai media belajar operator atas segala kondisi proses yang terjadi di pabrik tanpa perlu mengganggu proses sebenarnya yang sedang berlangsung. Kebutuhan ini dapat dipenuhi oleh *operator training simulator* [2][3]. *Operator training simulator* dibuat dengan menggunakan fasilitas pemrograman *function block* pada DCS Centum CS3000 Yokogawa untuk mensimulasikan proses pada kondisi tunak dan *start up* pada unit smelter (tanur S, tanur CL, tanur C) di pabrik pemurnian tembaga. Hasil simulasi pada simulator divalidasi dengan data lapangan menggunakan Simulink pada MATLAB.

2 Konsep / Teori Dasar

2.1 Operator Training Simulator [4]

Operator Training Simulator (OTS) merupakan suatu perangkat simulasi proses dan sistem kontrol yang dibuat berdasarkan pemodelan dinamika sistem proses sebenarnya. Tampilan OTS dibuat menyerupai tampilan proses yang berada dalam ruang kontrol pabrik sehingga para operator dapat mempelajari OTS seolah-olah sedang menghadapi tampilan DCS sebenarnya di pabrik tanpa harus langsung belajar di lapangan. OTS dapat melakukan simulasi pada berbagai kondisi operasi selain kondisi normal yaitu kondisi *startup*, *shut down*, dan kondisi darurat serta memulai simulasi pada kondisi mula tertentu yang diinginkan.

2.2 DCS Centum CS3000 Yokogawa [5]

Distributed Control Sistem (DCS) merupakan sistem kontrol terdistribusi berbasis komputer yang mampu mengakuisisi data lapangan dan memutuskan perlakuan yang akan dilakukan terhadap data-data tersebut. Terdapat tiga komponen utama dari sebuah DCS yaitu *Human Interface Station* (HIS), *Field Control Station* (FCS), dan instrument lapangan yang terdiri atas sensor dan aktuator. FCS dan HIS dihubungkan oleh suatu sistem komunikasi yang disebut VL Net.

Operator Training Simulator pada penelitian ini dibuat menggunakan fasilitas pemrograman *function block* pada DCS Centum CS3000 Yokogawa untuk menyesuaikan dengan perangkat yang digunakan pada ruang kontrol di pabrik sehingga operator tidak mengalami kesulitan untuk beradaptasi dan mempelajari OTS.

2.3 Proses Pemurnian Tembaga Unit Smelter Menggunakan Teknik Mitsubishi [6]

Untuk membangun simulator diperlukan pemodelan sistem yang menggambarkan kondisi proses sebenarnya di lapangan. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai proses perlu dipelajari terlebih dahulu. Proses yang akan dimodelkan adalah proses pemurnian tembaga dengan teknik Mitsubishi yang merupakan proses berkelanjutan. Aliran konsentrat tembaga yang akan dimurnikan mengalir terus menerus dari satu unit ke unit lainnya. Secara umum proses pemurnian tembaga dapat dibagi menjadi tiga: unit *smelter*, tanur anoda, dan proses elektrolisis. Proses pembakaran terjadi di dalam unit *smelter* dan tanur anoda kemudian tembaga dimurnikan dengan cara elektrolisis pada unit elektrolisis [8]. Penelitian ini hanya akan membahas dan mensimulasikan dinamika proses yang terjadi pada unit *smelter*: Tanur S, tanur CL, dan tanur C.

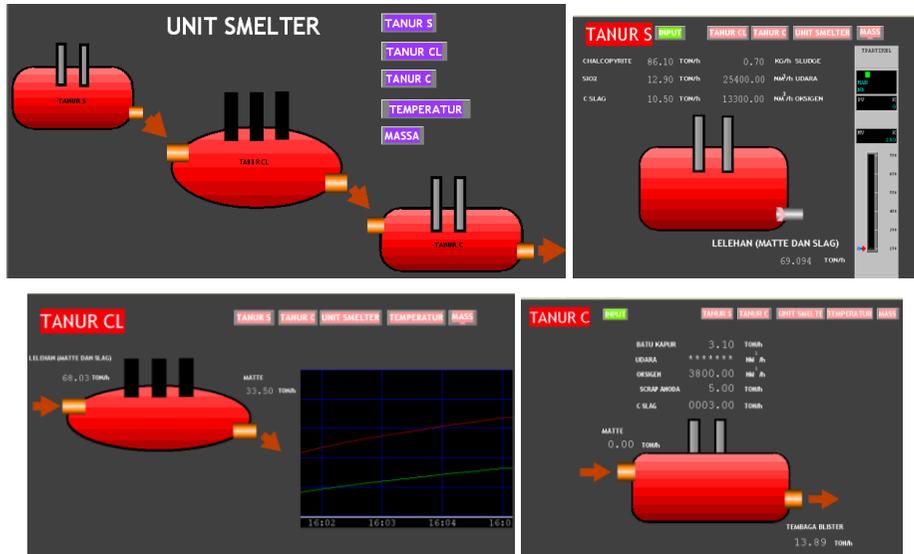
Konsentrat yang telah dikeringkan dicampur dengan pasir silika kemudian dialirkan ke dalam tanur S untuk mengalami proses oksidasi menggunakan udara yang telah diperkaya dengan oksigen. Proses oksidasi ini bertujuan menghilangkan pengotor pada konsentrat yaitu besi dan sulfur. Keluaran tanur S berupa lelehan campuran matte dan terak akan dialirkan menuju tanur CL untuk melalui proses pemisahan matte dan terak. Terak keluaran tanur CL akan digunakan sebagai bahan baku pada industri semen sedangkan matte tanur CL, dengan kadar tembaga 65%, akan dialirkan menuju tanur berikutnya yaitu tanur C. Matte akan mengalami proses oksidasi kembali di dalam tanur C untuk menghilangkan sisa pengotor di dalam matte. Keluaran tanur C berupa tembaga cair atau blister memiliki kadar tembaga sebesar 98, 5% dan terak. *Blister* ini kemudian akan dialirkan menuju tanur anoda untuk mengalami proses pemurnian lebih lanjut sedangkan terak C akan dialirkan kembali ke tanur S dan tanur C untuk mengalami proses pengolahan kembali (*recycle*).

3 Pembangunan Simulator

Tahapan awal pembangunan simulator adalah studi literatur dan penelitian lapangan mengenai proses pemurnian tembaga dan DCS. Setelah itu dapat ditentukan parameter-parameter berdasarkan persamaan kesetimbangan massa dan kesetimbangan energi yang digunakan untuk pemodelan sistem dan nilainya. Sejalan dengan proses penentuan parameter, dapat dilakukan pembuatan *function block* dan *Human Machine Interface* (HMI) pada DCS kemudian dilakukan simulasi. Hasil simulasi tersebut kemudian divalidasi terhadap data-data yang didapatkan berdasarkan data literatur dan data lapangan.

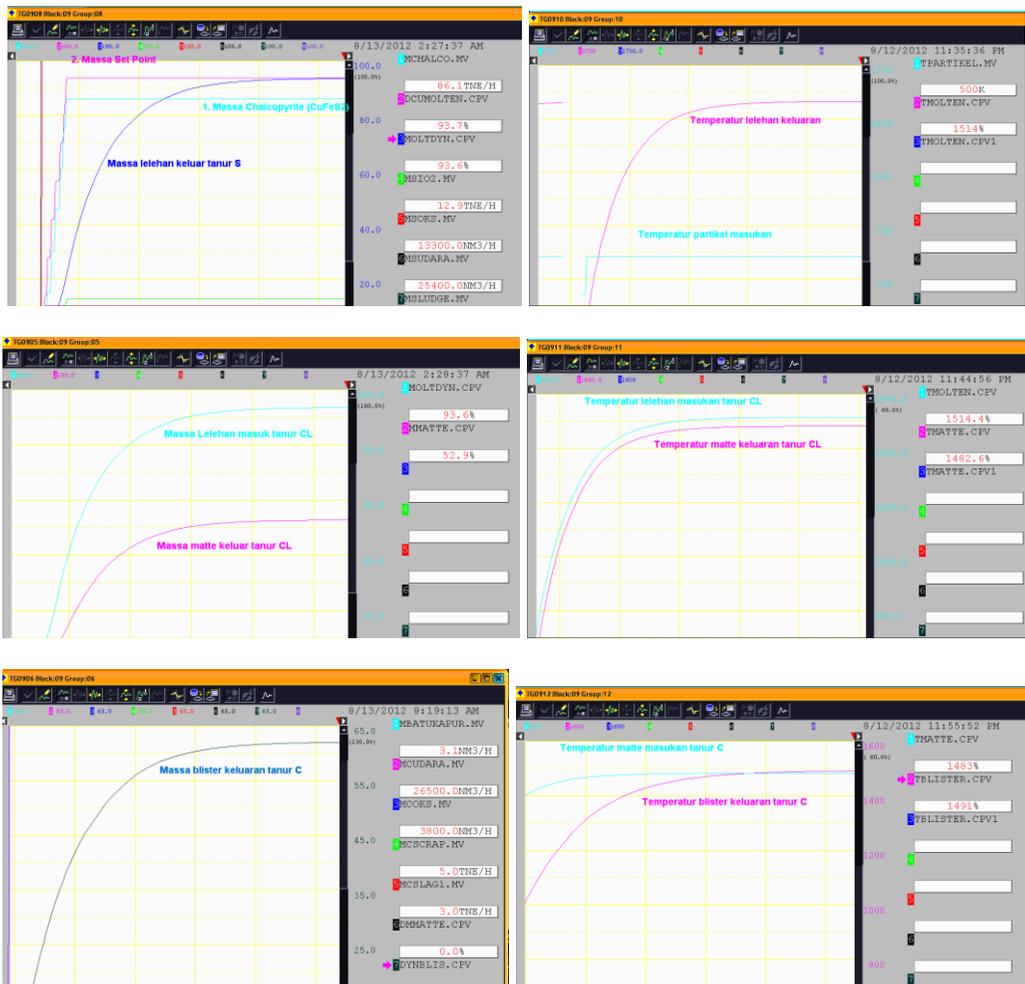
4 Hasil dan Analisis

Simulator proses ini telah menampilkan proses sintesis yang terjadi di pabrik pemurnian tembaga khususnya unit smelter. Tampilan dari simulator unit smelter ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 HMI simulator unit smelter

Simulator dijalankan mulai kondisi *startup* hingga kondisi normal operasi seperti ditampilkan pada Gambar 2. Hasil simulasi seperti pada Gambar 2 kemudian akan divalidasi terhadap data lapangan dan data literatur. Untuk validasi kondisi *startup* hanya dilakukan pada besaran massa keluaran tanur S, tanur CL, dan tanur C berdasarkan data level lelehan dalam tanur saat kondisi *startup* yang telah dikonversi menjadi massa keluaran tanur. Sedangkan validasi pada kondisi normal dilakukan pada besaran massa dan temperatur keluaran tanur S, tanur CL, dan tanur C berdasarkan data lapangan dan literatur.



Gambar 2 Grafik proses saat kondisi *startup* hingga tunak untuk besaran massa (kiri) dan temperatur (kanan)

Validasi dilakukan menggunakan fasilitas pemrograman pada Simulink MATLAB seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil validasi simulasi OTS saat kondisi *startup* terhadap kondisi lapangan untuk tanur S (kiri), tanur CL (tengah), dan tanur C (kanan)

Dari hasil validasi, diperoleh persen kesalahan sesuai Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1 Tabel validasi massa keluaran tanur S, tanur CL, dan tanur C pada kondisi tunak

	Massa Keluaran Tanur (ton/jam)		% error
	Simulasi OTS	Kondisi Lapangan	
Tanur S	93,72	96,3	2,68
Tanur CL	53,02	50,1	5,83
Tanur C	62,18	-	-

Tabel 2 Tabel validasi temperatur keluaran tanur S, tanur CL, dan tanur C pada kondisi tunak

	Temperatur Keluaran Tanur (K)		% error
	Simulasi OTS	Kondisi Lapangan	
Tanur S	1514,46	1514,46	0
Tanur CL	1483	1483	0
Tanur C	1493	1493	0

Tabel 3 Tabel persen kesalahan massa keluaran tanur S, tanur CL, dan tanur C pada kondisi *startup*

	% Kesalahan
Tanur S	4,72
Tanur CL	3,30
Tanur C	1,28

Kesalahan yang terjadi terbentuk karena beberapa faktor yaitu perhitungan stoikiometri hanya melibatkan bahan masukan yang mengalami reaksi kimia, asumsi bahwa SiO_2 pada tanur S bereaksi seluruhnya, kekurangakuratan pendekatan model pada sistem lapangan akibat data *startup* level yang terlalu sedikit dan tidak mencapai kondisi tunak, asumsi pada rincian tahapan masukan konsentrat, serta akumulasi kesalahan pada tanur CL dan tanur C.

5 Kesimpulan

Operator Training Simulator yang dibuat dapat menggambarkan proses dalam kondisi tunak dan kondisi *startup* dari unit *smelter* (tanur S, tanur CL, dan tanur C) untuk besaran massa dan temperatur pada pabrik pemurnian tembaga dengan kesalahan maksimum terjadi pada kondisi *startup* lelehan tanur S yaitu 4,72%. Kesalahan ini disebabkan oleh kekurangakuratan pendekatan model pada sistem lapangan. Sedangkan kesalahan minimum terjadi pada kondisi *startup blister* tanur C yaitu 1,28% yang disebabkan oleh kekurangakuratan pendekatan model pada sistem lapangan akibat data *startup* level yang terlalu sedikit.

6 Daftar Pustaka

- [1] http://www.djmbp.esdm.go.id/modules/news/index.php?_act=detail&sub=news_mi_nerbapabum&news_id=3042 (31 Januari 2012).
- [2] van der Wal, G. et al. 1996. *Minimising Investment with Dynamic Simulation*. Dicitak ulang dari *Petroleum Technology Quarterly*.
- [3] Maulida, M. 2011. *Pembuatan Operator Training Simulator Unit Methanasi Pabrik Amonia Menggunakan DCS CENTUM CS3000 YOKOGAWA*. Tugas Akhir S1, Institut Teknologi Bandung, Indonesia: tidak diterbitkan.
- [4] http://lpik.itb.ac.id/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=45 (9 Mei 2012).
- [5] Yokogawa Electric Corporation. 1998. *User's Manual CS3000/CS1000*. Yokogawa Electric Corporation
- [6] Buklet Pengenalan PT Smelting Gresik. 2010. Indonesia.
- [7] Stephanopoulos, G. 1984. *Chemical Process Control : an Introduction to Theory and Practice*. Michigan : Prentice-Hall, 59-63.