

Komunikasi Data pada Sistem Instrumentasi Dan Kendali Proses Nitridasi Plasma

Susilo A.N, A. Harjoko dan Taxwim

Abstract— Nitridasi Plasma merupakan teknologi pengerasan lapisan permukaan bahan yang melibatkan temperatur yang sangat tinggi dan tekanan yang sangat rendah. Saat ini laboratorium BTA FN BATAN sedang mengembangkan penelitian tentang Sistem Instrumentasi Kendali Proses Nitridasi Plasma. Sistem Instrumentasi Kendali Proses Nitridasi Plasma ini mengendalikan elemen kendali temperatur, dan elemen kendali tekanan menggunakan Super PLC T100MD1616+. Proses Nitridasi Plasma membutuhkan suatu sistem untuk memantau jalannya proses dan menyimpan data agar kemudian data tersebut bisa diolah untuk kepentingan lebih lanjut. Sistem ini membutuhkan suatu cara untuk berkomunikasi antara PLC dengan komputer terminal untuk mencatat dan menyimpan data pada proses nitridasi plasma.

Komunikasi data PLC berjalan melalui port RS232 dengan menggunakan protokol multipoint dimana protokol ini memiliki format perintah dan tanggap yang lebih lengkap dan membuat transmisi data lebih aman. Aplikasi antarmuka dibuat menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic. Sedangkan untuk pengelolaan dan penyimpanan data menggunakan MySQL. Data yang diolah adalah data yang berasal dari ADC internal PLC. Data tersebut disimpan sementara pada Data Memory. Aplikasi antarmuka mengirimkan string untuk membaca alamat Data Memory secara terus menerus dengan jeda 1 detik. Data yang telah diterima akan ditampilkan dalam textbox untuk diperlihatkan ke pengguna dan ditampung pada database.

Hasil Uji menunjukkan antarmuka mampu menampilkan data dalam numerik maupun grafik, serta mampu menyimpan data tersebut pada database. Kemudian data yang telah disimpan tersebut mampu diubah ke dalam file Microsoft Excel..

Kata Kunci — Komunikasi Data, Port RS232, Super PLC T100MD1616+, Visual Basic, MySQL.

Susilo, Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, e-mail: susiloan@gmail.com

Agus Harjoko, Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, e-mail: aharjoko@ugm.ac.id

Taxwim, Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

1. PENDAHULUAN

Pengerasan permukaan bahan merupakan proses yang dibutuhkan untuk meningkatkan unjuk kerja komponen yang digunakan dalam berbagai bidang teknik dan industri [1]. Permukaan komponen dan peralatan yang digunakan dalam bidang petro kimia, otomotif dan pembangkit energi, khususnya yang beroperasi pada temperatur tinggi, perlu dikeraskan untuk mencegah terjadinya perubahan kekuatan pada material sehingga umur pakai komponen akan meningkat. Proses pengerasan permukaan secara konvensional sudah cukup lama dikenal, baik dengan proses termal maupun termo-kimia menggunakan proses gas nitridasi atau karburasi. Proses pengerasan permukaan dengan nitridasi plasma merupakan salah satu teknik yang dipakai untuk tujuan itu dan banyak dikembangkan untuk pengerasan komponen pada teknologi tinggi. Keuntungan pengerasan dengan plasma dibanding teknologi konvensional adalah distorsi kecil, temperatur operasi lebih rendah dengan waktu operasi lebih pendek, dapat digunakan untuk seluruh bahan baja, tingkat kekerasan lebih tinggi dengan pengaturan dan operasi lebih tinggi dan tidak menghasilkan limbah berbahaya [2].

Secara umum peralatan nitridasi plasma terdiri dari bejana logam, sumber tegangan tinggi DC, dan pompa vakum [3]. Proses nitridasi diawali dengan penghampaan bejana sampai bertekanan $7,5006 \times 10^{-8}$ Pa. Setelah tekanan bejana $7,5006 \times 10^{-8}$ Pa, gas N_2 atau campuran N_2-H_2 dialirkan ke dalam bejana hingga tekanan bejana menjadi $7,5006 \times 10^{-5}$ - $7,5006 \times 10^{-6}$ Pa. Suatu lucutan pijar dihasilkan dengan memasang tegangan tinggi DC pada 500–1.000 V antara elektroda. Benda kerja bertindak sebagai katoda dan bejana sebagai anoda yang ditanahkan. Lucutan pijar dioperasikan pada daerah lucutan pijar abnormal (± 500 V) untuk mendapatkan arus tinggi sehingga diperoleh rapat daya tinggi. Kondisi ini diperlukan untuk pertumbuhan nitrida yang cepat. Ion-ion nitrogen yang terbentuk akan menumbuk permukaan benda kerja sehingga terjadi panas pada permukaannya dan memungkinkan nitrogen berdifusi ke dalam permukaan benda kerja membentuk lapisan nitrida.

Lapisan yang terbentuk mempunyai ketahanan aus yang tinggi (*high wear resistance*) dan memiliki kekerasan tinggi. Kenaikan suhu benda

kerja diukur dengan termokopel. Suhu kerja proses nitridasi plasma untuk baja berkisar antara 400-600 °C.

Sistem instrumentasi kendali nitridasi plasma merupakan suatu piranti yang dibutuhkan untuk memudahkan mengendalikan proses nitridasi yang berlangsung. Berbagai teknologi telah dicoba untuk dikembangkan untuk membuat sebuah

si Sistem yang diharapkan dapat mengendalikan proses nitridasi. Salah satu sistem nistridasi yang pernah dibuat adalah sebuah teknologi nitridasi dimana terdiri dari lima elemen, yaitu tabung nitridasi yang terbuat dari bahan baja tahan karat SS-304, sistem pemanas menggunakan *electric heater* dimana pengendali temperature menggunakan *temperature controller type Autonic TZ4M* berjenis PID dengan kemampuan *self-tune*, sistem aliran gas dimana dipengendaliannya menggunakan *flowmeter* dan *needle valve*, Sumber tegangan tinggi yang dirancang dengan tegangan DC 1-20 kV, serta sistem vakum yang dihasilkan dari pompa *rotary* dengan kapasitas 4501/menit [2].

Penelitian dan pembuatan sistem instrumentasi kendali nitridasi dilakukan oleh Dani Kurniawan dengan menggunakan *PsoC* [4]. Rancangan sistem menggunakan dua bagian yaitu akuisisi data suhu menggunakan termokopel yang dibantu dengan sensor LM35DZ, dan bagian kendali katup menggunakan motor *stepper*.

Antarmuka dengan PLC trilogy T100MD - 1616+ [5,6,7] menggunakan *Microsoft Visual Basic6*. Bruce Scow dari Shanghai mempostingkan contoh tampilan *Microsoft Visual Basic 6* [8].

2. NITRIDASI PLASMA

2.1. PRINSIP KERJA NITRIDASI PLASMA

Nitridasi adalah proses penambahan unsur nitrogen pada permukaan bahan logam agar terjadi perubahan fasa (Fe_2N , Fe_3N) sehingga kekerasan permukaan meningkat. Modifikasi permukaan logam untuk mendapatkan sifat khusus seperti kekerasan dan ketahanan terhadap keausan dapat dilakukan dengan cara nitridasi plasma. Secara umum perangkat nitridasi plasma terdiri dari:

1. Bejana logam: tempat proses nitridasi plasma berlangsung. Bejana digunakan pada tekanan rendah (10^{-3} – 10^{-2} miliBar atau 0,1 – 1 Pa).
2. Sistem aliran gas: gas yang dialirkan ke dalam bejana adalah gas nitrogen (N_2) atau campuran gas Nitrogen dan gas Hidrogen (N_2 – H_2). Sistem kendali aliran gas dikerjakan oleh kendali SSR katup pompa vakum

berdasarkan nilai kevakuman bejana yang dibaca oleh sensor pirani.

3. Sumber tegangan tinggi: tegangan yang dibangkitkan hingga 220 V. Tegangan tinggi untuk membantu menghasilkan lucutan pijar. Besarnya tegangan yang diberikan untuk proses nitridasi berdasarkan pembacaan suhu benda kerja oleh sistem akuisisi data suhu.
4. Pemantau suhu: untuk memantau perubahan suhu benda kerja saat proses nitridasi berlangsung. Perubahan suhu benda kerja dibaca oleh termokopel.

Suatu lucutan pijar dihasilkan dengan memasang tegangan tinggi pada 220 V di antara dua elektroda. Benda kerja bertindak sebagai katoda dan bejana sebagai anoda yang ditanahkan, sehingga arus listrik mengalir di antara dua buah elektroda tersebut. Arus listrik tersebut terdiri dari dua jenis yaitu elektron bergerak menuju elektroda positif (anoda) dan ion-ion bermuatan positif bergerak ke arah elektroda negatif (katoda). Ion-ion tersebut adalah atom-atom gas yang melepaskan satu atau lebih elektron dan kemudian menumbuk permukaan katoda dengan energi yang cukup besar. Sebagian energi tersebut diubah menjadi panas sehingga menaikkan suhu katoda. Energi sisanya digunakan untuk menambah energi elektron-elektron sekunder pada permukaan katoda (benda kerja) sehingga elektron-elektron sekunder pada permukaan katoda dapat bergeser. Tumbukan ion-ion dengan permukaan katoda meningkatkan gaya yang cukup untuk: (1) melepaskan elektron-elektron selanjutnya (proses ionisasi), dan (2) mengubah energi elektron dalam setiap atom (*eksitasi*) menjadi emisi cahaya. Jadi lucutan pijar (*glow discharge*) terjadi karena cahaya yang diemisikan oleh atom-atom gas yang tereksitasi.

Proses nitridasi diawali dengan penghampaan bejana sampai bertekanan 10^{-3} miliBar atau 0,1 Pa. Setelah bejana bertekanan 10^{-3} miliBar atau 0,1 Pa, gas N_2 atau campuran N_2 – H_2 dialirkan dari tabung gas ke dalam bejana hingga bertekanan 10^{-2} miliBarr atau 1 Pa. Lucutan pijar dioperasikan pada daerah lucutan pijar abnormal. Hal tersebut untuk mendapatkan arus tinggi sehingga diperoleh rapat daya tinggi. Kondisi ini diperlukan untuk pertumbuhan nitrida yang cepat. Ion-ion nitrogen yang terbentuk ditarik oleh katoda (benda kerja) dan menumbuk permukaannya dengan energi kinetik cukup besar. Energi yang dilepaskan akan memanaskan benda kerja hingga mencapai suhu nitridasi yang dikehendaki, sementara sebagian ion-ion nitrogen berdifusi ke dalam logam dan berkombinasi

dengan unsur-unsur pembentuk nitrida. Proses nitridasi plasma menghasilkan lapisan nitrida pada permukaan benda kerja, terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan campuran tipis (*white layer*) dan lapisan difusi. Lapisan campuran yang terbentuk (Fe_2N , Fe_3N) bergantung pada komposisi gas nitrogen atau campuran nitrogen dan hidrogen dalam plasma. Ketebalan daerah campuran yang diperoleh bergantung pada suhu dan waktu proses nitridasi.

2.2. SUPER PLC T100MD 1616+

Super PLC T100MD1616+ merupakan bagian dari keluarga super PLC seri-M dari *Triangle Research*. Super PLC T100MD1616+ memiliki: 16 *digital input*, 16 *digital output*, 5 *analog input/output* yang sudah tertanam di dalamnya. *Input/output* tersebut dapat diperbanyak sampai dengan 96 *digital input* dan 96 *digital output* dengan cara menambahkan EXP1616R atau EXP4040. Hal ini dirancang untuk sistem yang membutuhkan banyak konektivitas dengan perlengkapan tambahan dan juga untuk *software client/server* dari iTRIOLOGI, dan bisa terprogram serta langsung tersambung dengan internet.

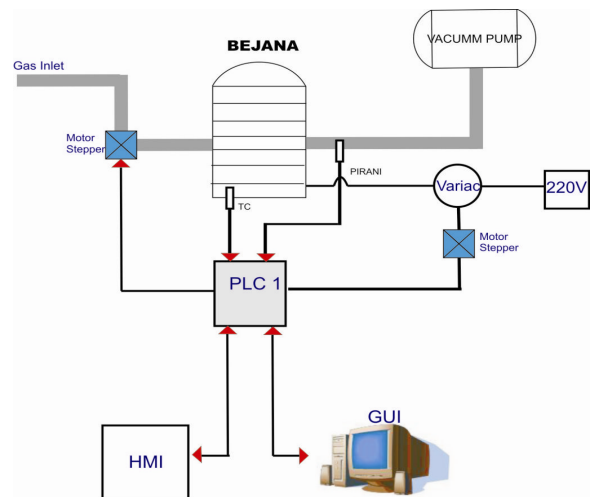
Pada Super PLC T100MD1616+ dilengkapi dengan dua serial port independen yang bisa berkomunikasi secara terus menerus dengan perangkat lain menggunakan beberapa protokol. Kedua serial port ini juga bisa diprogram untuk menerima maupun mengirim data ASCII atau binary menggunakan perintah TBasic yang tertanam, seperti INPUT\$(n), INCOMM(n), PRINT#n, OUTCOMM n, dll.

Port serial pertama(COMM1) adalah sebuah port RS232C, yang cocok dengan hampir semua port RS232 PC. Port serial yang kedua(COMM3) adalah port RS485 dengan dua kabel yang memungkinkan beberapa Super PLC T100MD1616+ sekaligus untuk terhubung dengan sebuah komputer sebagai *host* atau sebuah Super PLC T100MD1616+ master untuk jaringan atau memfungsikan sebuah sistem kendali terdistribusi(*distributed control system*) [3].

3. ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM

Penelitian tentang komunikasi data Sistem Instrumentasi Kendali Nitridasi Plasma yang penulis lakukan ini merupakan suatu sistem yang akan memantau kondisi suhu dan kevakuman dari bejana dalam proses nitridasi plasma. Proses nitridasi plasma melibatkan pembacaan suhu dan kevakuman dari bejana tempat proses nitridasi, kemudian menampilkannya agar bisa dibaca oleh

pengguna, dan kemudian disimpan pada sebuah *database*, serta mampu dicetak ke dalam sebuah *hardcopy* untuk memudahkan pengguna menganalisa data yang telah tersimpan untuk kepentingan proses nitridasi lebih lanjut. Penelitian tentang Sistem Instrumentasi Kendali ini melibatkan sensor untuk membaca suhu dan kevakuman, komputer *host* tempat antarmuka ditanamkan, HMI sebagai kendali untuk memasukkan parameter acuan yang menjadi *set value*, serta Super PLC T100MD 16161+ sebagai pusat pengendalian proses nitridasi. Di dalam sebuah bejana akan ditanam sensor suhu menggunakan *thermocouple* dan sensor kevakuman menggunakan *pirani*. Hasil dari pemantauan suhu, akan digunakan untuk mengendalikan putaran *variac* pengendali tegangan *output* yang bersumber dari tegangan PLN yang digunakan untuk mendapatkan rapat daya tinggi medan listrik didalam bejana. Dan hasil dari pemantauan kevakuman digunakan untuk mengendalikan motor *stepper* yang mengatur bukaan katup untuk kecepatan aliran gas nitridasi ke dalam bejana. Fokus dari penelitian ini pada komunikasi data antara komputer *host* dengan Super PLC T100MD 16161+ yang ditanam ke dalam bejana. Untuk pemasangan perangkat keras, seperti sensor suhu dan kendali tegangan serta sensor kevakuman dan kendali kecepatan aliran gas nitridasi, serta HMI menjadi fokus penelitian yang berbeda. Untuk menambah gambaran tentang cara kerja sistem pada aplikasi sesungguhnya seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1.

4. IMPLEMENTASI

Sistem pemantauan proses nitridasi ini berupa antarmuka yang memiliki kemampuan untuk menampilkan data parameter proses nitridasi plasma serta mampu merekam data tersebut dalam sebuah

database. Untuk itu dibutuhkan tabel yang menampung semua data parameter proses nitridasi plasma. Tabel 1 adalah struktur tabel proses nitridasi plasma.

Tabel 1 Struktur Tabel Proses Nitridasi

Field	Type	Null	Key	De-	Extra
No	Int(11)	No	Primary	Null	Auto Increment
Tanggal	Char(10)	Yes		Null	
Jam	Char(10)	Yes		Null	
Jenis	Char(16)	Yes		Null	
Vakum	String(6)	Yes		Null	
Suhu	String (6)	Yes		Null	

Komputer dan Super PLC T100MD 16161+ melakukan tukar-menukar data melalui port serial, dimana proses mengalami pengulangan setiap detiknya. Diharapkan dari pengulangan tiap detik tersebut akan diperoleh data parameter proses nitridasi yang terbaca melalui Super PLC T100MD 16161+ secara terus menerus dapat ditampilkan pada komputer. Jumlah data yang dimintakan dari komputer ke Super PLC T100MD 16161+ lebih dari satu. Dan informasi yang didapat dari Super PLC T100MD 16161+ adalah data mentah, yang mana masih diolah oleh komputer agar data tersebut lebih mudah dipahami oleh pengguna.

5. PEMBAHASAN

Bagian ini membahas tentang komunikasi data tersebut apakah sudah berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Merujuk pada Gambar 1. bisa dilihat bahwa data parameter proses nitridasi yang ditampilkan pada antarmuka berupa bilangan yang berbasis 10 atau desimal. Data tersebut muncul dengan jeda 1detik sesuai program yang diharapkan. Namun tidak semua data yang muncul, memiliki jeda 1detik. Pada beberapa data tertentu memiliki jeda 2detik. Sub bab ini akan membahas dan menganalisa penyebab terjadinya kesalahan tersebut.

Kemungkinan yang terjadi adalah terjadinya *deadlock*. *Deadlock* adalah istilah untuk menyebut kondisi dimana suatu proses tidak berjalan lagi atau pun tidak ada komunikasi lagi antar proses. Secara umum penyebabnya adalah karena proses yang satu menunggu sumber daya yang sedang dipegang oleh proses lain yang sedang menunggu sumber daya yang dipegang oleh proses tersebut, atau saling menunggu sumber daya. Pada kasus ini, adanya kemungkinan terjadi *deadlock* penggunaan sumber daya *label* "rstr". String yang dikirim dari antarmuka ke Super PLC T100MD 16161+ menggunakan *label* "rstr". Demikian juga dengan respon tanggapan dari

Super PLC T100MD 16161+ yang dikirimkan ke antarmuka menggunakan *label* "rstr". *Label* "rstr" ini juga digunakan lagi untuk diolah isinya. Sehingga kemungkinan penggunaan sumber daya *label* "rstr" ini saling bertumbukan dan karena proses penggunaan belum selesai akhirnya saling menunggu proses lainnya untuk selesai.

6. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian sistem dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Telah berhasil dibuat sistem komunikasi data PLC untuk sistem instrumentasi kendali proses nitridasi plasma menggunakan Super PLC T100MD 1616+. Sistem yang diusulkan telah diuji dan berhasil mengkomunikasikan dan menyimpan data nitridasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumarmo, I dan Karmadi, J., 2006, "*Pengujian Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 36 Hasil Nitridasi Menggunakan Teknik Plasma Lucutan Pijar*", PTAPB-BATAN, Yogyakarta.
- [2] Bandriyana, B. dan Nugraha, T., "*Teknologi Nitridasi Plasma untuk Pengerasan Permukaan Bahan Komponen Industri*". <<http://jurnal.pdii.lipi.go.id/index.php/Search.html?act=tampil&id=1074&idc=39>>. Diakses pada 25 Juli 2010
- [3] Riyadi, S., dan Sukidi, 2006, "*Optimasi Unjuk Kerja Mesin Nitridasi Ion*", PTAPB-BATAN, Yogyakarta.
- [4] Kurniawan, D, 2010, "Perancangan Sistem Instrumentasi dan Kendali (SIK) Nitridasi Plasma dengan dua bejana", skripsi, Jurusan Fisika, FMIPA UGM Yogyakarta.
- [5] ANONIM, 2009, "*MySQL 5.0 REFERENCE MANUAL*" <[HTTP://DEV.MYSQL.COM/DOC/REFMAN /5.0/EN/](http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/)>. DIAKSES PADA 17 AGUSTUS 2010
- [6] Kurniadi, A,2000, "*Pemrograman Microsoft Visual Basic*", Elexmedia Komputindo, Jakarta
- [7] Tri, 2007^a, "*Internet Trilogi Version 6.1 - Programmer's Reference*", Triangle Research International, Singapore.\
- [8] Anonim, 2010, "*Triangle Research International Inc*", <<http://www.tri-plc.com/applications/VBsample.htm>>. Diakses pada 19 Mei 2010