Penerapan Algorithma *Row Index Data Access Matrix* Pada Sistem Perangkat Lunak Antarmuka Data Digital Perintah/Status Yang Homogen

Rida Hudaya

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : rida_hudaya@polban.ac.id

ABSTRAK

Penelitian bidang Networked Control Systems (NCSs) sedang dikembangkan di Laboratorium Sistem Kendali Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung. NCSs yang dikembangkan melibatkan antarmuka sinyal perintah/status dengan jumlah sinyal sangat banyak. Penerapan algoritma Row Index Data Access Matrix (rida-M) merupakan salah satu teknik pemecahan yang paling sederhana untuk mengelola aliran sinyal yang sangat banyak. Algorithmarida-M telah dikembangkan dan telah diuji penerapannya baik untuk sistem perangkat keras maupun perangkat lunak.Tulisan ini akan membahas cara kerja algorithma rida-M pada sistem pengaturan sinyal digital yang homogen di tingkat perangkat lunak pada sistem HMI/Scada. Kesimpulan yang diperoleh dengan penerapan algorithma ini adalah waktu perancangan, penerapan, perawatan dan perbaikan sangat cepat dan pelaksanaannya sangat sederhana dibandingkan menggunakan metode pemrograman formal biasa.

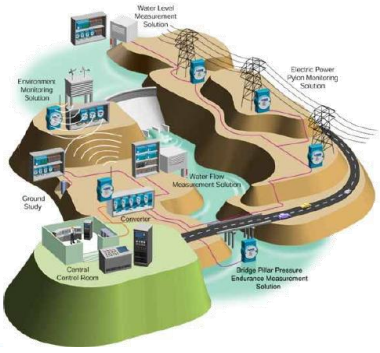
Kata Kunci

Networked control Systems, NCSs, Matrix, Port, Memor

1. PENDAHULUAN

Salah satu bidang penelitian yang sedang dikembangkan di Laboratoriun Sistem Kendali dan Instrumentasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung adalah ***Networked Control Systems (NCSs)*** [1][13][14]**.** Ilustrasi penerapan teknologi ini seperti diperlihatkan pada Gambar 1 [19][20]. Gambar tersebut memperlihatkan posisi sensor yang tersebar secara luas dengan jumlah yang sangat besar dan terletak jauh dari *Central Control Room (CCR)*. Sinyal dengan jumlah yang sangat besar dari lapangan akan masuk ke*CCR* dan keluar dari *CCR* [11].

Acuan pengembangan teknologi penelitian ini mengikuti perkembangan yang terdapat di industry perangkat kendali dan instrumentasi *Advantech Technology*. Sehingga beberapa ilustrasi dan penggunaan teknologi perangkat kerasnya menggunakan sistem yang terdapat di *Advantech Technology* [19][20].



Gambar 7: Environmental Monitoring Systems (Advantech Technology).

2. SISTEM PERANGKAT LUNAK ANTARMUKA DATA PERINTAH/STATUS

Sinyal yang masuk ke *CCR* biasanya adalah sinyal status dan sinyal yang keluar dari CCR biasanya adalah sinyal perintah.Sinyal tersebut dapat berbentuk sinyal analog maupun sinyal digital [4][16]. Apabila dikelompokan maka jenis kelompok sinyal dapat terdiri dari:

- Kelompok-1, kelompok sinyal digital saja,
- Kelompok-2, kelompoksinyal analog saja,
- Kelompok-3, kelompok sinyal perintah saja,
- Kelompok-4, kelompok sinyal status saja, atau
- Kelompok-5, kelompok sinyal yang terdiri dari sinyal digital, sinyal analog, sinyal perintah dan sinyal status yang tersusun secara acak.

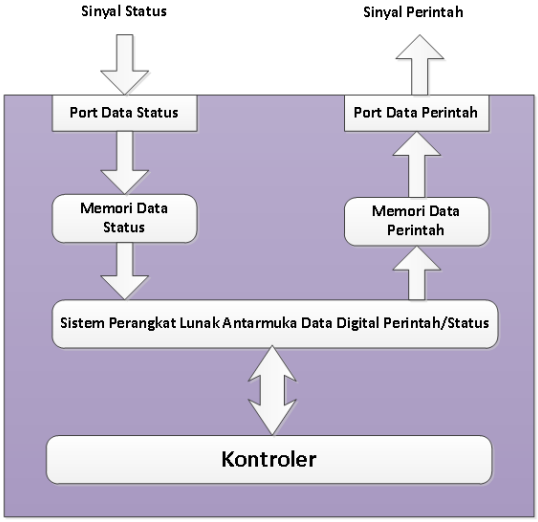
Makalah ini akan menjelaskan penerapan algoritma *Row Index Data Access Matrix (rida-M)* untukj enis sinyaldigital yang tersusun secara homogeny yaitu sinyal pada Kelompok-1, Kelompok-3 dan Kelompok-4.

Sinyal yang masuk ke *CCR* dan yang keluar dari *CCR* diterjemahkan oleh system perangkat keras antarmuka menjadi data yang dapat diolah oleh kontroler. Oleh karena sinyal yang diolah akan bersifat homogen, maka data yang akandiolah juga akan bersifat homogen. Data tersebut pada konrolerakan diolah oleh Sistem Perangkat Lunak Antarmuka Data Digtal Perintah/Status.

Data Perintah/Status akan dicatat pada suatu memori dan port pada alamat tertentu. Pencatatan pada memori dimaksudkan agar kondisi data terakhir dapat tercatat untuk mencegah kehilangan informasi kondisi akhir suatu Perintah/Status. Pencatatan data Perintahpada port berfungsi untuk menggerakan sinyal perintah. Sedangkan pencatatan data Status pada port berfungsi untuk merekam kondisi sinyal Status. Diagram penempatansinyal dan data diperlihatkan pada Gambar 2.

3. SISTEM PENGALAMATAN DATA

Data pertamas inyal yang bernilai *PORT1* disimpan di port pada alamat *@port1*. Untuk data ke-n yang bernilai *PORT n* disimpan di port alamat *@portn*.



Gambar 8: Diagram penempatan sinyaldan data.

Lokasi memori untuk menyimpan data *PORT 1* adalah *@mport1*dan lokasi memori untuk menyimpan data *PORT n* adalah *@mportn*. Alamat memori *@mport 1*dapat diwakili oleh variabel mport1 dan alamat memori *@mportn* dapat diwakili oleh variabel mport1. Sehingga persamaan matriksnya dapat dinyatakan sebagaiberikut:

$$\begin{bmatrix} mport1 \\ mport2 \\ mport3 \\ \vdots \\ mportn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} @port1 \\ @port2 \\ @port3 \\ \vdots \\ @portn \end{bmatrix} \quad (1)$$

Operasi pemindahan data dari port pada alamat @portn ke memori pada lokasi @mportn dinyatakan dengan

(@mportn) ← *inport(@portn)* (2)

Sedangkan operasi pemindahan data dari memori pada lokasi @mportn ke port pad aalamat @portn dinyatakan dengan

(@mportn) → *outport(@portn)* (3)

Apabila data untuk sinyal status disimpan pada alamat @port1 sampai dengan alamat @portm dan data untuk sinyal perintah akan disimpan pada alamat @portm+1 sampai dengan alamat @portn, maka Persamaan 1 menjadi:

$$\begin{bmatrix} mport1 \\ \vdots \\ mportm \\ mportm+1 \\ \vdots \\ mportn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} @port1 \\ \vdots \\ @portm \\ @portm+1 \\ \vdots \\ @portn \end{bmatrix} \quad (4)$$

Persamaan 4 memberikan gambaran kemudahan pengelolaan alamat port apabila jumlah port yang akan diolah sangat banyak. Penambahan port dapat dilakukan dengan cara menyisipkan baris dan pengurangan port dilakukan dengan menghapus baris. Posisi baris menunjukkan nomor indeks dari baris tersebut. Indeks dari *mport1* adalah 1 dan indeks dari *mportn* adalah n. Apabila terjadi penambahan sebuah port ditengah matriks artinya terjadi penyisipan sebuah baris ditengah matriks. Hal ini menyatakan bahwa secara otomatis indeks dari mportn semula n menjadi n+1. Hal ini dilakukan secara otomatis oleh kontroler karena @mportn secara otomatis berubah sesuai dengan jumlah variabel yang dimasukan pada memori suatu kontroler.

Persamaan 4 dapat dinyatakan dengan cara lain agar lebih mendekati bahasa pemrograman. Untuk proses memindahan data dari port ke memori dinyatakan seperti persamaan berikut:

$$\begin{bmatrix} (@mport1) \\ \vdots \\ (@mportm) \\ (@mportm+1) \\ \vdots \\ (@mportn) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} inport(mport1) \\ \vdots \\ inport(mportm) \\ inport(mportm+1) \\ \vdots \\ inport(mportn) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Sedangkan untuk proses pemindahan data dari memori ke port dinyatakan seperti persamaan berikut:

$$\begin{bmatrix} outport(mport1) \\ \vdots \\ outport(mportm) \\ outport(mportm+1) \\ \vdots \\ outport(mportn) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (@mport1) \\ \vdots \\ (@mportm) \\ (@mportm+1) \\ \vdots \\ (@mportn) \end{bmatrix} \quad (6)$$

Persamaan 5 dan Persamaan 6 memberikan petunjuk bahwa pengelolaan alamat port dan memori menjadi sangat sederhana. Hal ini disebabkan alamat port telah diganti dengan nama variabel yang lebih informatif.

4. ALGORITHMA rida-M

Penerapan algorithma rida-M dapat diaplikasikan dengan menggunakan Persamaan 5 dan Persamaan 6. Persamaan 5 untuk algorithma proses pemindahan data dari port ke memori dan Persamaan 6 untuk algorithma proses pemindahan data dari memori ke port.

Posisi baris pada matriks dari Persamaan 1 merupakan indeks yang berurutan dari atas ke bawah. Indeks tersebut digunakan untuk menunjuk alamat port. Hal ini disebabkan baris alamat port memiliki indeks yang sama dengan nama

varibel suatu port. Sub-bagian berikut ini akan menjelaskan lebih teknis dari penggunaan indeks baris tersebut.

4.1 Proses Pemidahan Data dari Port ke Memori

Proses pemindahan data dari port ke memori dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti yang ditunjukkan pada algorithma berikut:

1. Deklarasikan konstanta *mport1* dengan nilai *@port1* sampai dengan konstanta *mportn* dengan nilai *@portn*.
2. Lakukan pemindahan data dari port alamat *@port1* ke memori alamat *@mport1*.
3. Ulangi pemindahan data sampai dengan port alamat *@portn* ke memori alamat *@mportn*

4.2 Proses Pemidahan Data dari Memori ke Port

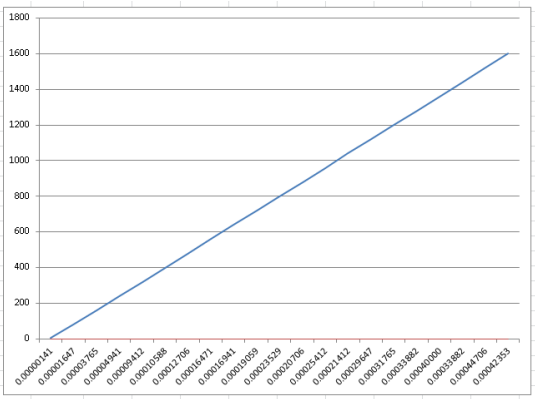
Proses pemindahan data dari memori ke port dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti yang ditunjukkan pada algorithma berikut:

1. Deklarasikan konstanta *mport1* dengan nilai *@port1* sampai dengan konstanta *mportn* dengan nilai *@portn*.
2. Lakukan pemindahan data dari memori alamat *@mport1* ke port alamat *@port1*.
3. Ulangi pemindahan data sampai dengan memori alamat *@mportn* ke port alamat *@portn.*

4.3 Hasil Uji Eksperimen

Hasil uji eksperimen nyata dijelaskan pada Gambar 3. Penerapan pengujian terhadap algorithma ini dilakukan dengan kondisi sebagai berikut:

- Kabel komunikasi yang digunakan adalah *twist-pair telephone cable* dengan panjang 300 m.
- Jarak antara CCR dengan *remote computer* adalah 300 m.
- Prosesor yang digunakan adalah penthium dengan sistim operasi DOS.
- Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C.
- Jumlah sinyal perintah/status dalam pengujian ini adalah 1600 sinyal.
- Protokol komunikasi yang digunakan adalah RS 232.
- Waktu tempuh sinyal yang diukur dimulai sejak sinyal diaktifkan sampai dengan terjadi perubahan status yang diakibatkan oleh sinyal peritah tersebut.
- Plant uji yang digunakan adalah Earth Station Jatiluhur utnuk pengendalian HPA Satelit.



Gambar 9: Diagram waktu respon sinyal terhadap jumlah sinyal.

5. KESIMPULAN

Pada makalah ini telah ditunjukan bahwa penerapan algorithma rida-M akan mempersingkat waktu perancangan, penerapan, perawatan dan perbaikan. Implementasi pada sistem teknologi antarmuka perangkat lunak sangat sederhana dan cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT Indosat yang telah memberikan kepercayaan penerapan algorithma rida-M pertama kali pada sistem pengendalian HPA Satelit di station bumi Jatiluruh. Penerapan pertama kali yang sukses memberikan dukungan moril untuk kegiatan penelitian lebih lanjut.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Tim Peneliti NCSs dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu merealisasikan algorithma ini di PT Indosat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nathan B. Loden, J.Y. Hung, “An Adaptive PID Controller for Network Based Control Systems,” *Industrial Electronics Society, 31st Annual Conference of IEEE,* 2005.

[2] H. Hoang, M. Jonsson, U. Harstrom, and A. Kallerdahl, 2002, “Switched real-time Ethernet and earliest deadline first scheduling-protocols and traffic handling,” *10th International workshop on parllel and distributed real-time system*, Ford Lauderdale, Florida, USA, April 2002.

[3] H. Haertig and J. Loeser, “Using switched Ethernet for hard realtime comunication,” *International conference on parallel comoputing in electrical engineering (PARELEC)*, Dresden, Germany, pp. 349-353, September 2004.

[4] M. Tabbara, D. Nesic, and A. Teel, “input-output stability of wireless networked control systems,” *in proc. 44th IEEE Conf. On Dec. And Control*, 2005.

[5] H. YE, G. Walsh, and L. Bushnell,"Real-time mixed-traffic wireless networkes," *IEEE Trans. Ind. Electron*, Vol. 48, no.5, pp.883-890, 2001

[6] M. Tabbara, D. Nesic, and A.R. Teel, "Stability of wireless and wireline networked control systems," *IEEE Transaction on Automatic Control*, Vol. 52, pp. 1615-1630, 2007.

[7] M. Przedwojski, K. Galkowsk, P.H. Bauer, and E. Rogers, 2009, *"Stability and robustness of systems with synchronization errors,"* American Control Conference, pp. 3262-3267.

[8] L.Samaranayake, M. Leksell, and S. Alahakoon,"Relating samplingperiod and control delay in distributed control systems," The International Conference on Computer as a tool (EUROCON 2005), pp. 274-277, 2005.

[9] G. Szederkenyi, Z. Szabo, J. Bokor, and K.M. Hangos, "Analysis of the networked implementation of the primary circuit pressurize controller at a nuclear power plant," *16th Mediterranean Conference on Control and Automation*, pp. 1604-1609, 2008.

[10] G.Y. Walsh, H. Ye, and L.G. Bushnell, "Stability analysis of networked control systems," *IEEE Transaction on control system technology*, Vol. 10, No.3, pp. 438-446, 2002.

[11] A. Rajeev, D. Alessandro, K.H. Johansson, G.J. Pappas, G. Weiss, "Compositional Modelling and Analysis of Multi-hop Control Networks," *IEEE Transactions on Automatic Control*, 56:2345-2357, 2011.

[12] A. Liu, L. Yu, W.A. Zhang,"H-infinity contol for network-based systems with time-varying delay and packet disordering," *Journal of the Franklin Institute*, 248:917-932, 2011.

[13] Endra Joelianto,"Networked Control Systems: Time Delays and Robust Control Design Issues," *2nd International Conference on Instrumentation, Control and Automation*, Bandung, Indonesia, 2011.

[14] Mirza N.H, "Design and Implementation of HMI-SCADA applied for water level control", *undergraduate thesis*, Bandung State Polytechnic, 2013.

[15] PL. Tang, CW. deSilva, "Compensation for transmission Delay in an Ethernet-Based Control Network Using Variable-Horizon Predictive Control," *IEEE Transcation on Control Systems Technology*, Vol.14, No.4, 2006.

[16] S.H. Yang, X. Chen, D.W. Edwards, and J.L. Alty, "Design issues and implementation of internet based process control," *Control Engineering Practice*, Vol. 11, No. 6, pp. 709-720, 2003.

[17] "Introduction: Frequency Domain Methods for Controller Design," source: http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=Introduction&section=ControlFrequency. Available: October, 30th , 2013.

[18] Y. Tipswan and M.Y Chow, "Gain scheduler middleware: A methodology to enable existing controllers for networked control and teleoperation - Part 1: Networked Control," *IEEE Transcations on Industrial Electronics*, vol. 51, no. 6, pp. 1218-1227, 2004.

[19] Advantech, ADAM 4000 Series Data Acquisition Modules User's Manual, Avril 1994.

[20] Advantech, ADAM 4000 Series Data Acquisition Modules User's Manual Edition 10.5,August 2007.