

KAJIAN PENERAPAN WATCHDOG TIMER SEBAGAI SALAH SATU SUMBER TRIP PADA SISTEM PROTEKSI REAKTOR KARTINI

Dewita dan M Rosyid

PSTA-BATAN Yogyakarta

Jl. Babarsari PO. Box 6101ykbk Yogyakarta 55281

E-mail : dewit@batan.go.id

ABSTRAK

KAJIAN PENERAPAN WATCHDOG TIMER SEBAGAI SALAH SATU SUMBER TRIP PADA SISTEM PROTEKSI REAKTOR KARTINI. Watchdog timer telah diterapkan sebagai bagian dari sistem proteksi reaktor (SPR) pada sistem instrumentasi dan kendali (SIK) reaktor di beberapa instalasi reaktor riset maupun daya. Watchdog timer untuk mencegah komputer dari kondisi "hang", ketika perangkat lunak menjadi tidak dapat berjalan dengan normal atau tidak sesuai dengan desain. Pada rancangan dasar sistem proteksi reaktor Kartini di PSTA watchdog timer juga merupakan salah satu sumber trip yang sementara ini belum terrealisasi dengan baik. Makalah ini mengkaji penggunaan watchdog timer sebagai suatu sumber trip untuk reaktor Kartini (perangkat keras dan lunak) serta dampak penuaan atau usangnya (obsolete) komponen. Kajian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perancang serta pengelola SPR agar dapat meningkatkan kemampuan sistem keselamatan..

Kata kunci : watchdog timer, sistem proteksi reaktor, sistem instrumentasi dan kendali reaktor

ABSTRACT

APPLICATION STUDY OF WATCHDOG TIMER AS ONE OF THE TRIP SOURCE ON KARTINI REACTOR PROTECTION SYSTEM. The watchdog timer was applied as a part of the reactor protection system (RPS) on reactor instrumentation and control systems (ICS), in several research and power reactors installations. Watchdog timer prevented the computer from "hang" condition when the software unable to work normally or not in accordance with the design. In the basic design of the Kartini reactor protection system, the watchdog timer is one of the trip source, while it has not been realized well. This paper describes application study of watchdog timer as a trip source for Kartini reactor (the hardware and software) as well as the effects of aging or obsolete components. This study is expected to provide a useful mean to designers as well as maintainers of the RPS to improve the safety system ability.

Keywords : watchdog timer, reactor protection system, reactor instrumentation and control system

PENDAHULUAN

Persyaratan keselamatan suatu instalasi nuklir harus mampu mendorong instalasi tersebut tetap dalam kondisi aman apabila terjadi kegagalan pada perangkat keras maupun perangkat lunak. Oleh karena itu metode untuk memastikan bahwa bila terjadi kegagalan tetap dapat menempatkan sistem dalam kondisi aman ada dalam desain sistem. Didalam desain, efek penuaan dan usangnya komponen pun harus pula dipertimbangkan, terutama untuk komponen-komponen yang tidak dapat dengan mudah diganti yang akan mengakibatkan reaktor tidak dapat bekerja dalam periode yang lama [1].

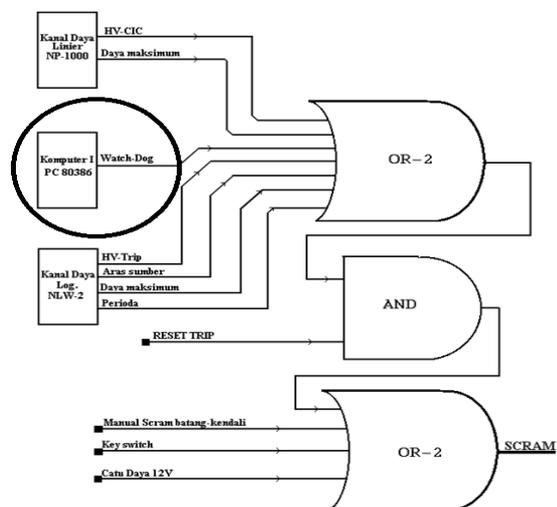
Sistem keselamatan reaktor didesain sedemikian rupa sehingga sistem akan menuju ke kondisi aman ketika tidak berdaya atau dengan menggunakan *watchdog timer* untuk mendeteksi peralatan yang tidak lagi menjalankan fungsinya sesuai dengan desain, kemudian menempatkan sistem dalam kondisi aman [2]. Suatu sistem

keselamatan terpadu harus dapat mengatasi anomali yang terjadi pada perangkat keras maupun perangkat lunak sehingga menjadi sistem yang tangguh. Oleh karena itu disediakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai pewaktu yang mengawasi proses didalam perangkat lunak tersebut, perangkat tersebut disebut dengan *watchdog* atau *watchdog timer*. Ukuran dan kompleksitas perangkat lunak memungkinkan adanya kode yang merugikan sistem, hal ini juga dapat dipicu karena terjadinya lonjakan listrik yang dapat merusak data dalam memori atau register sistem (*stack pointer, program counter, etc*) [3]. Penggunaan watchdog timer sebagai bagian dari SPR pada SIK reaktor telah digunakan di beberapa instalasi reaktor riset maupun reaktor daya [4-7]. Reaktor Kartini di dalam desain SPR memasukan sinyal *watchdog timer* sebagai salah satu sumber trip [8,9]. Sinyal *watchdog timer* dihasilkan oleh komputer industrial yang berfungsi sebagai komputer kendali. Kerusakan pada board utama komputer kendali menyebabkan penggantian komputer industrial. Penggantian komputer yang

memiliki bord utama serupa dengan yang rusak tidaklah mudah. Makalah ini mengkaji penggunaan *watchdog timer* sebagai suatu sumber trip dan pengaktifan *watchdog timer* baik perangkat keras maupun perangkat lunaknya serta umur penuaan bord utama atau usangnya (*obsolete*) komponen yang dapat menyebabkan tertundanya operasi reaktor.

TATA KERJA

Watchdog timer merupakan fasilitas yang ada pada industrial komputer digunakan untuk mendeteksi apabila ada kegagalan terutama pada perangkat lunak atau pada perangkat keras yang berdampak pada perangkat lunak. *Watchdog timer* untuk mencegah komputer dari “hang” apabila program tidak dapat berjalan dengan normal atau tidak sesuai dengan desain. Apabila situasi tersebut terjadi pada saat *watchdog* diaktifkan maka perangkat *watchdog* akan mengeluarkan sinyal. Sinyal keluaran ini (*time out*) berdasarkan desain dasar SIK reaktor Kartini digunakan atau sebagai salah satu sumber trip seperti pada Gambar 1 [8,9].



Gambar 1. Diagram logika sistem trip reaktor Kartini [9].

Perangkat keras pengaktifan watchdog timer

Apabila sinyal *watchdog timer* didesain sebagai penyebab reaktor *trip* atau *scram* maka diperlukan perangkat keras yang akan mengaktuator reaktor *scram* (batang kendali jatuh) tetapi dapat pula *watchdog timer* hanya akan mereset komputer (*trip*).

Pada umumnya keluaran rangkaian *trip* terdiri dari 2 *switch* berposisi *normally open* dan *normaly close*. Posisi *normally close* untuk aktuasi *trip/scram* sedang yang *normally open* untuk indikator (lampu). Oleh karena itu perangkat keras yang dibuat memiliki 2 keluaran, untuk *trip* dan untuk *indikator*, yang dapat dihubungkan ke kard SPR

Perangkat lunak pengaktifan watchdog timer

Perangkat lunak pengaktifan *watchdog* tergantung pada fasilitas kontrol *watchdog* yang disediakan oleh komputer industrial. Penggunaan *watchdog timer* harus didahului dengan pengetahuan berapa waktu yang diperlukan untuk mengeksekusi satu loop program, tempat program aktifasi *watchdog* akan diletakkan. Nilai waktu yang dimasukkan ke dalam *watchdog timer register* sebaiknya lebih besar dari waktu eksekusi satu loop. Berhubung belum diketahui waktu yang diperlukan untuk melakukan satu loop program akuisisi data di komputer kendali maka nilai ini disimulasi 10 detik.

Penuaan bord utama komputer industrial

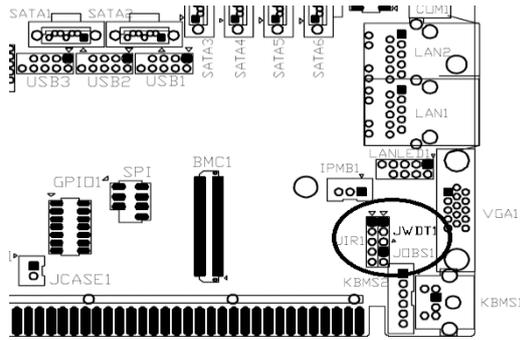
Komputer merupakan komponen yang mempunyai masa atau umur, setelah selang beberapa tahun pabrik tidak mengeluarkan lagi seri yang sama, misalnya komponen bord utama komputer industrial. Apabila karena kerusakan diperlukan penggantian bord utama komputer industrial dan seri yang rusak sudah tidak ada dipasaran maka perlu membeli seri baru. Apabila seri yang baru program mengaktifkan *watchdog timer* berbeda maka perangkat lunak yang lama pun harus direvisi. Sebagai contoh akan dianalisa 4 jenis bord utama komputer industrial produk advantech yaitu PCA 6003 [10], PCA6194 [11] kedua bord utama ini oleh Advantech sudah tidak dikeluarkan lagi, PCA 6012 [12] dan PCA 6763 [13] yang masih tersedia.

Komputer yang tersedia untuk uji coba pengaktifan *trip watchdog* memiliki board utama seri PCA6194. Bord utama PCA6194 memberikan fasilitas mengaktifkan *watchdog* dengan beberapa cara, yaitu mengaktifkan langsung, menggunakan mouse, keyboard dan dengan *seting* waktu (*watchdog timer*), sedang untuk membuat perangkat keras aktifasi *trip/scram* perlu diketahui bentuk keluaran sinyal *watchdog*. Oleh karena itu langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

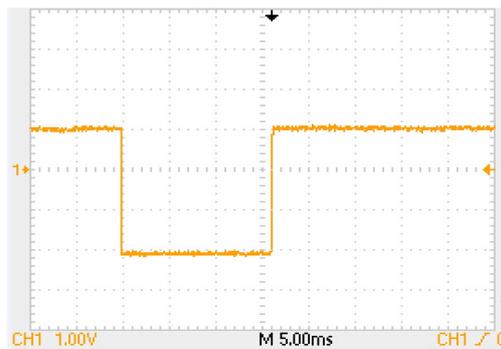
1. Membuat program mengaktifkan *watchdog* langsung dan mengamati signal keluarannya
2. Membuat perangkat keras aktuasi *trip/scram*.
3. Membuat simulasi program *watchdog timer* mode tunggal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Letak fasilitas *watchdog* di bord utama seri PCA 6194 seperti pada Gambar 2. JWDT1 memiliki 3 *jumper* bila 1 dan 2 terhubung (*close*) dan terjadi kegagalan “disediakan (*reserved*)” akan aktif, sinyal ini dapat digunakan tanpa mereset komputer, sedang bila 2 dan 3 yang terhubung, apabila terjadi kegagalan reset akan aktif, defaultnya pada posisi 2 dan 3 terhubung. Dengan program pengaktifan langsung direkam sinyal keluaran *watchdog* hasilnya seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Posisi watchdog timeout pada bord utama PCA 6194



Gambar 3. Pulsa sinyal watchdog lebar pulsa 15 ms, dengan amplitude 3 V (2 V negatip dan 1 V positip)

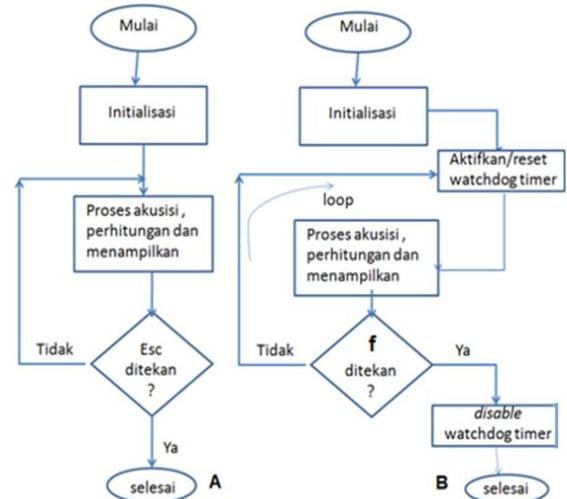
Perangkat keras pengaktifan watchdog timer

Berdasarkan Gambar 3 dibuat rangkaian seperti pada Gambar 4. IC NE555 digunakan agar keluaran lebar pulsa dapat diatur (200ms) sehingga cukup waktu untuk mengaktuasi relay. Apabila terjadi kegagalan, lampu indikator tetap menyala, maka ditambahkan tombol reset untuk mematikan.

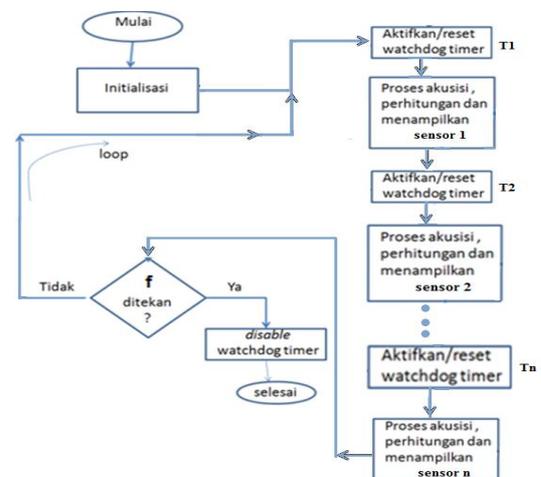
Perangangkat lunak pengaktifan watchdog timer

Ada 2 mode pengaktifkan watchdog timer yaitu secara tunggal seperti pada Gambar 5, dengan meletakkan program pengaktifan diawal loop utama dan secara multi seperti pada Gambar 6, dengan meletakkan program pengaktifan diawal setiap proses akusisi, perhitungan dan penampilan untuk

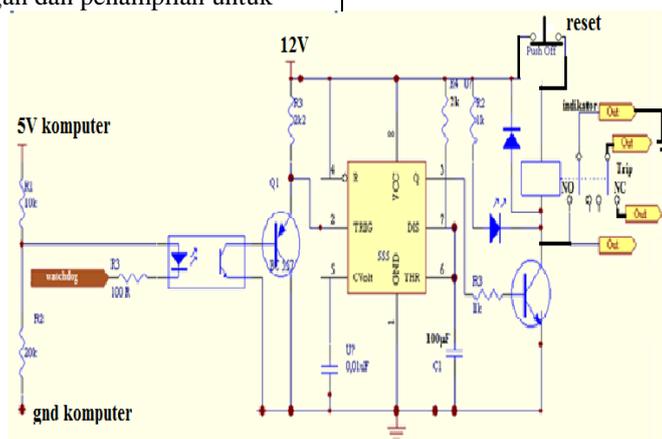
setiap sensor [3].



Gambar 5. Diagram alir pengaktifan watchdog A. Sebelum ada program pengaktifan, B. Sesudah ada program pengaktifan tunggal.



Gambar 6. Mode multi aktif program



Gambar 4. Rangkaian pengaktif relay trip dengan tegangan masukan anoda~1,3V

Tabel 1. Perbandingan aktuasi watchdog dan keberadaannya dipasaran seri bord utama komputer industrial produk Advantech

Seri Bord Utama	Program aktuasi <i>watchdog</i>	Keterangan tahun keluarnya dokumen	status
PCA 6003	Menulis pada alamat \$443H nilai setting waktu dengan jangkau maksimum 63detik..Membacanya alamat tersebut men 'disable'	2002	obsolete
PCA 6194	IC watchdog (W83627HG). Perlu seting kontrol register. Dan ada beberapa pilihan pengaktifan jangkau seting waktu lebih banyak variasinya. Jangkau maksimum 255 menit+255 detik	2007	obsolete
PCA 6012	IC watchdog (W83627HG). Sama dengan PCA6194	2011	tersedia
PCA 6763	IC watchdog (NTC6776D) berbeda tetapi seting jangkau waktu maksimum sama dengan PCA 6194. Sinyal time out dapat mengaktuasi reset atau IRQ11	2014	tersedia

DAFTAR PUSTAKA

- [1] __, IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report, Specific Safety Guide No. SSG-20, International Atomic Energy Agency Vienna, 2012
- [2] __. IAEA Safety Standards Series No. SSG39, Design Of Instrumentation And Control Systems For Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide , International Atomic Energy Agency, Vienna, 2016.
- [3] http://www.cs.ucf.edu/~lboloni/Teaching/EEL6897_2007/presentations/JeffreySchwentner-WatchdogTimers.ppt, diakses 20 Desember 2016.
- [4] Bo Gyung Kima, Hyun Gook Kanga,b, Hee Eun Kima, Seung Jun Leec, Poong Hyun Seonga, Reliability modeling of digital component in plant protection system with various fault-tolerant techniques, Nuclear Engineering and Design 265, 1005– 1015 , 2013.
- [5] M. Manimaran, A. Shanmugam, P. Parimalam, N. Murali, S.A.V. Satya Murty, Software development methodology for computer based I&C systems of prototype fast breeder reactor, Nuclear Engineering and Design, 292, 46–56, 2015
- [6] 6. Engr. M. Ali Zulquarnain, Digital Control System of the 3 MW TRIGA Mark-II Research Reactor of Bangladesh and Considerations for the I&C of Advanced SMRs, Technical Meeting on “Instrumentation and Control in Advanced Small and Medium-sized Reactors (SMRs)” VIC, Vienna, Austria, 21-24 May, 2013 (<http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2013/2013-05-21-05-24-TM-NPTD/day-1/9.bangladesh-zulquarnain.pdf>) diakses 20 Desember 2016
- [7] Gee-Yong Park, Sang H. Bae, Dae I. Bang, Taek G. Kim, Jae K. Park, and Young K. Kim, Design of Instrumentation and Control System for Research Reactors, 11th International Conference on Control, Automation and Systems, Oct. 26-29, 2011 in KINTEX, Gyeonggi-do, Korea, (<http://toc.proceedings.com/13486webtoc.pdf>) diakses 20 Desember 2016
- [8] Tim Upgrading Reaktor Kartini, Buku Petunjuk Operasi dan Perawatan Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Kartini, S.K. Dirjen BATAN No. 474/DJ/IX/1993, Badan Tenaga Atom Nasional
- [9] __, Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Kartini, Pelatihan Teknisi dan Supervisor Perawatan ,Reaktor, Pusdiklat-BATAN, Jakarta 2017.
- [10] __, PCA-6003 Full-sized socket 370 Intel® Pentium® III processor based PCI/ISA-bus CPU card, PCA 6003 User’s Manual, Advantech.Co.Ltd., 2002
- [11] __, PCA-6194 LGA 775 Intel® Core™ 2 Duo / Pentium® D / Pentium ® 4 / Celeron® D Processor Card with PCI-ISABus / IPMI / VGA / DVI / Dual Gigabit LAN, User’s Manual , Advantech.Co.Ltd., 2007
- [12] __, User Manual PCA-6012 Intel® Atom™ N455/D525 SBC with VGA/Dual GbE LAN, Advantech.Co.Ltd., 2011
- [13] __, User Manual PCA-6763 AMD T16R ISA Half-size SBC with Dual Independent Display/ Dual GbE/ SATA/ USB/m-SATA/COM/LPT, Advantech.Co.Ltd., 2014.

[14]M. Khalaquzzaman, Hyun Gook Kang, Man Cheol Kim, Poong Hyun Seong, A Model for Estimation of Reactor Spurious Shutdown Rate Considering Maintenance Human Errors in Reactor Protection System of Nuclear Power Plants, *Nuclear Engineering and Design* 240, 2963–2971, 2010.

2. Kegunaan watchdog untuk mendeteksi sistem yang tidak lagi menjalankan fungsinya sesuai dengan desain kemudian menempatkan sistem dalam kondisi aman^[2]. Tidak selalu dapat menyelesaikan masalah tetapi membawa sistem pada kondisi aman. Kemudian permasalahannya diselesaikan oleh pengelola.

TANYA JAWAB

Wahyu Rachmi P (BATAN)

1. Apakah “hang” itu sering terjadi di Reaktor Kartini ?
2. Apakah kegunaan watchdog itu dapat memecahkan masalah /menyelesaikan masalah yang terjadi atau tidak ?

Dewita

1. Secara presisi tidak saya ketahui karena ada di dokumen operasi milik Bidang Reaktor , tetapi pernah terjadi, bahwa pemanfaatan *watchdog* sebagai sumber *trip*, merupakan disain sistem proteksi reaktor Kartini (SPR) [8,9].

Assef (BAPETEN)

Apakah perlu memasang program watchdog untuk setiap modul hardware?

Dewita:

Tergantung desain dan kompleksitas sistemnya. Suatu sistem keselamatan terpadu harus dapat mengatasi anomali yang terjadi pada perangkat lunak maupun pada perangkat keras yang berdampak pada perangkat lunak, oleh karena itu disediakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai pewaktu yang mengawasi proses didalam perangkat lunak tersebut [3].

LAMPIRAN

Program aktifasi watchdog

Aktifasi/enable					Inaktif/disable				
Procedure watchdog_enable;					Procedure watchdog_disable;				
1	BEGIN	18	Dec dx		1	BEGIN	16	Inc dx	
2	asm	19	Mov al,0f5h	{alamat unit	2	asm	17	Mov al,00h	
3	Mov dx,2eh	20	Out dx,al	detik atau	3	Mov dx,2eh	18	Out dx,al	
4	Mov al,87h	21	Inc dx	menit}	4	Mov al,87h	19	Dec dx	
5	Out dx,al	22	In al,dx		5	Out dx,al	20	Mov al,0aah	
6	Out dx,al	23	And al,not 08h	{unit detik}	6	Out dx,al	21	END	
7	Mov al,07h	24	Out dx,al		7	Mov al,07h			
8	Out dx,al	25	Dec dx		8	Out dx,al			
9	Inc dx	25	Mov al,0f6h	{alamat nilai	9	Inc dx			
10	Mov al,08h	27	Out dx,al	timer}	10	Mov al,08h			
11	Out dx,al	28	Inc dx		11	Out dx,al			
12	Dec dx	29	Mov al,10	{10desimal	12	Dec dx			
13	Mov al,30h	30	Out dx,al	detik}	13	Mov al,30h			
14	Out dx,al	31	Dec dx		14	Out dx,al			
15	Inc dx	32	Mov al,0aah		15	Out dx,al			
16	Mov al,01h	33	Out dx,al						
17	Out dx,al	34	END;						