

## SISTEM AKUISISI DATA UNTUK PENGUKURAN VARIABEL PROSES SINTERING

Adhi Mahendra<sup>1)</sup>, Dede Sutarya<sup>2)</sup>, Anne Prasetyowati<sup>3)</sup>, V. Anggit. P<sup>4)</sup>, Wisnubroto<sup>5)</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Jl. Serenseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta-Indonesia

Telp. 021-7864730 Pes.113 email: Johannes70am@yahoo.com

---

### Abstrak

Sintering adalah proses pengikatan permukaan butir-butir yang berdekatan dalam suatu masa serbuk atau kompakan oleh perlakuan panas. Proses sintering bahan bakar nuklir dilakukan dalam temperatur tinggi dengan atmosfer hidrogen, oleh karena itu diperlukan pemahaman tentang variabel proses yang memadai untuk keperluan monitoring dan pengendalian proses. Untuk mendapatkan data variabel proses yang diperlukan dibutuhkan sebuah sistem akuisisi data yang mampu mengukur dan menyimpan semua variabel proses selama proses sintering berlangsung. Oleh karena itu pada proyek ini dikembangkan sebuah sistem akuisisi data untuk pengukuran variabel proses sintering yaitu, tegangan dan arus pemanas, temperatur, tekanan, laju alir dan parameter lainnya. Dari hasil akuisisi variabel proses sintering pada satu siklus proses sintering telah diperoleh data variabel proses yang diperlukan sebanyak 73.324 sampel data yang dapat di gunakan untuk penelitian lebih lanjut.

**Kata kunci:** sistem akuisisi data, variabel proses, sintering.

### Abstract

Sintering is a process of binding surface adjacent grains in a mass of powder or compacting by heat treatment. Nuclear fuel sintering process performed in a high temperature with hydrogen atmosphere, therefore we need an adequate understanding of the process variables for monitoring and process control. To obtain a necessary variables process data, required a data acquisition system that capable for measuring and storing all process variables during the sintering process. Therefore in this project was developed a data acquisition system for measuring, heater current and voltage, temperature, pressure, flow rate and other parameters in the sintering process. The results of experiments on the data acquisition system at one cycle of the sintering process was obtained the necessary process variables data about 73.324 samples that can be used for further research.

**Keywords:** data acquisition system, process variables, sintering.

## 1. PENDAHULUAN

Antar muka instrumen pengukuran analitis menggunakan computer pribadi (PC) untuk akuisisi data saat ini telah menjadi fasilitas standar di laboratorium modern. Pada sistem pengukuran, perangkat keras (sensor dan transduser) serta perangkat lunak untuk pengolahan data, disusun sedemikian rupa untuk dapat mengirimkan, memproses dan menampilkan serta menyimpan data hasil pengukuran. Dengan menggunakan sumber daya mikrokomputer atau rangkaian terpadu (embedded system) yang tersedia dapat mempermudah dalam mendapatkan data dengan cepat dalam bentuk digital.

Akuisisi data adalah proses dimana fenomena fisik dari dunia nyata diubah menjadi sinyal listrik yang diukur dan dikonversi menjadi bentuk digital untuk pengolahan, analisis, dan penyimpanan oleh komputer [1]. Dalam beberapa hal akuisisi data digital secara online memiliki beberapa keuntungan, diantaranya penyimpanan, pengambilan dan pemrosesan data pasca akuisisi lebih mudah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak analisa data dan pemrosesan sinyal.

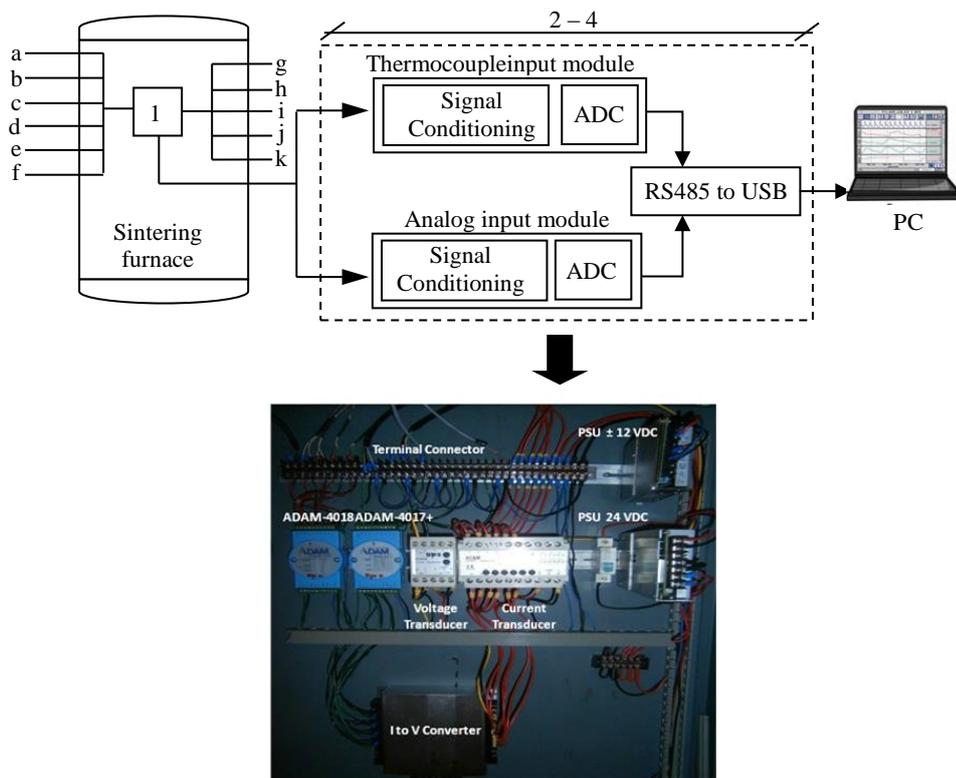
Sintering adalah proses pengikatan permukaan butir-butir yang berdekatan dalam suatu masa serbuk atau hasil kompakan oleh perlakuan panas [2]. Faktor-faktor yang cukup berpengaruh dan perlu diperhatikan dalam proses sintering antara lain [3]; laju Kenaikan temperatur, temperatur penyinteran, waktu penyinteran, laju penurunan temperature, dan atmosfer proses sintering. Oleh karena itu, maka diperlukan pemahaman yang memadai tentang karakteristik proses sintering dengan mengetahui dan mempelajari parameter atau variabel proses sintering. Dengan demikian maka akuisisi data seluruh variabel proses yang diperlukan menjadi sangat penting dalam membangun sistem monitoring dan pengendalian proses.

## 2. KOMPONEN SISTEM

Terdapat empat komponen dasar dalam sebuah sistem akuisisi data [4]. Komponen pertama merupakan alat ukur dalam hal ini berupa sensor dan transduser yang digunakan untuk mengukur parameter atau variabel proses sintering. Komponen kedua dari sistem adalah rangkaian pengkondisian sinyal yang mengubah sinyal dari sensor ke dalam level tegangan 0 -10 volt atau arus 0 - 20 mA. Sampling otomatis merupakan komponen ketiga dari sistem yang melakukan sampling dari beberapa sensor pada lokasi yang berbeda pada tungku sinter secara sekuensial. Komponen terakhir dari sistem akuisisi data (DAQ) adalah pengubah sinyal analog ke digital (ADC) dengan format yang sesuai dengan komputer digital. Gambar 1 memperlihatkan sistem akuisisi data yang dikembangkan untuk proses sintering.

Parameter atau variabel proses sintering yang akan di ukur secara online pada saat proses sintering berlangsung adalah sebagai berikut:

- a) Laju alir input H2 (lpm)
- b) Laju alir output H2 (lpm)
- c) Temperatur input H2 (°C)
- d) Temperatur output H2 (°C)
- e) Tekanan input H2 (kPa)
- f) Tekanan output H2 (kPa)
- g) Arus elemen pemanas R-S-T (A)
- h) Tegangan elemen pemanas (V)
- i) Temperatur dalam ruangan tungku (°C)
- j) Temperatur input air pendingin (°C)
- k) Temperatur output air pendingin (°C)



Gambar. 1 Komponen Sistem Akuisisi Data Proses Sintering

### 2.1 Sensor dan Transduser

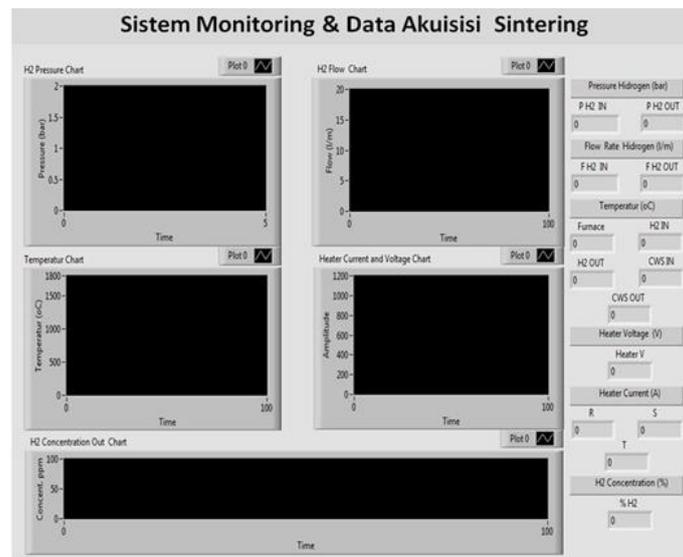
Sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur pada ruang bakar tungku sinter adalah termokopel tipe W3Re25 dengan rentang pengukuran 0 – 2000°C, sedangkan untuk mengukur temperature I/O gas hidrogen dan temperature I/O air pendingin digunakan termokopel tipe K dengan rentang pengukuran 0 –400°C. Semua termokopel dihubungkan dengan modul input termokopel (Adam4018, Advantech Inc).

Untuk laju alir I/O gas hydrogen digunakan sensor laju alir tipe laminar (Sierra Instrument, USA) dengan rentang ukur 0 – 50 lpm. Untuk mengukur tekanan I/O gas hydrogen, sensor yang digunakan adalah jenis piezo-elektrik (Festo SPTW series, Germany). Sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan modul input

analog (Adam4017+, Advantech Inc). Pengkondisian dan konversi sinyal analog ke digital sudah terintegrasi baik dalam modul input analog ataupun modul input termokopel. Sistem komunikasi antar modul menggunakan komunikasi serial RS485, sedangkan untuk komunikasi dengan PC karena port yang tersedia adalah port USB maka digunakan modul konversi dari RS485 ke USB, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.

## 2.2 Perangkat Lunak Akuisisi Data

LabVIEW (Buatan National Instrument Inc) merupakan program standar industri yang digunakan untuk otomatisasi, pengujian dan akuisisi data. Program LabVIEW disebut sebagai virtual instruments atau VI karena operasi dan tampilannya meniru instrumen secara fisik. Panel untuk proses akuisisi data pada sintering yang di desain menggunakan LabVIEW di perlihatkan pada Gambar 2. Setiap tampilan grafis pada panel tersebut menampilkan beberapa data parameter sekaligus dalam satu grafik untuk memungkinkan di tampilkan semua parameter atau variabel proses pada saat memonitor proses sintering, selain dari pada itu ditampilkan juga nilai aktual parameter proses untuk masing-masing sensor. Data variabel proses yang di akuisisi oleh sistem akan langsung disimpan dalam file database di dalam PC.



Gambar 2. Panel LabVIEW untuk Akuisisi Data Proses Sintering

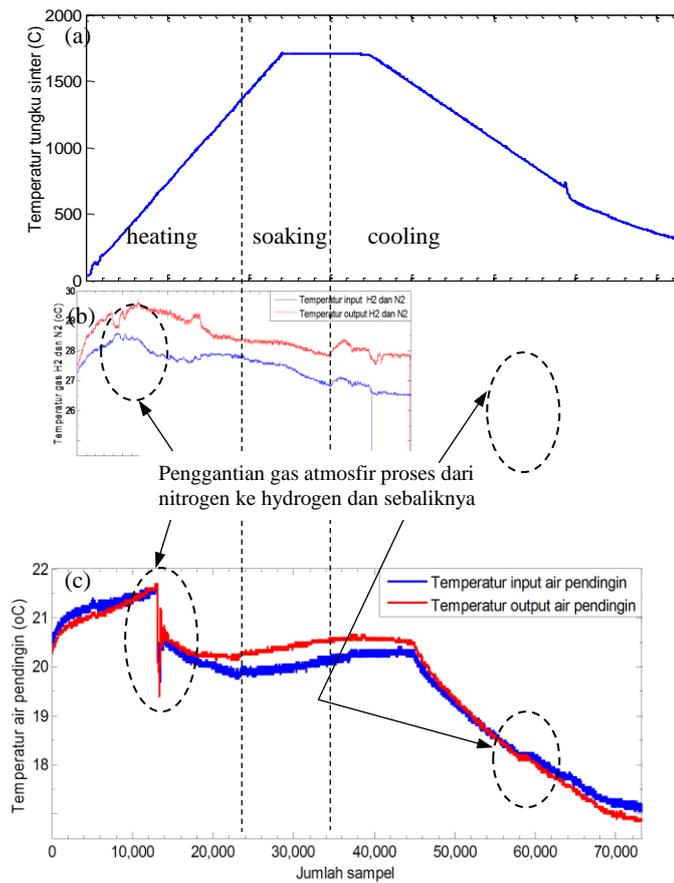
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi data variabel proses sintering dilakukan dengan parameter proses sebagai berikut; laju kenaikan temperatur 250°C/jam, temperature puncak sintering 1700°C, proses pendinginan berlangsung secara konvensional, dan gas atmosfer yang digunakan adalah nitrogen pada temperatur 0 – 600°C selanjutnya gas atmosfer proses digantikan oleh gas hidrogen hingga proses pendinginan mencapai temperatur 600°C setelah itu gas atmosfer kembali digantikan oleh gas nitrogen hingga tahapan proses sintering selesai dilakukan [5].

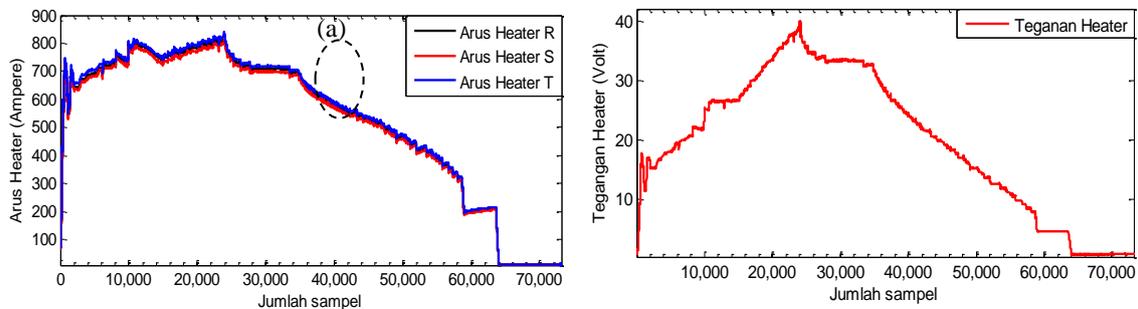
Akuisisi data dilakukan secara online selama satu siklus proses sintering. Seting waktu sampling yang digunakan adalah satu detik sehingga jumlah sampel data yang diperoleh sebanyak 73.324 data. Gambar 3 memperlihatkan data temperatur ruang dalam tungku sinter, temperatur input dan output gas nitrogen dan hidrogen serta temperatur input dan output air pendingin. Seperti yang diperlihatkan Gambar 3 fluktuasi yang terjadi pada data temperature gas nitrogen dan hidrogen serta temperature air pendingin diakibatkan oleh transisi proses pada saat penggantian gas atmosfer proses dalam ruang bakar tungku sinter pada temperatur diatas 580°C, fluktuasi terjadi hingga ruang bakar dalam tungku terisi secara homogen oleh gas hidrogen atau sebaliknya pada proses penurunan temperatur.

Gambar 4, memperlihatkan parameter arus dan tegangan pemanas (heater) selama proses sintering berlangsung. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada tahapan awal proses sintering terjadi fluktuasi arus dan tegangan heater, hal ini disebabkan sifat lembam dari tungku dimana pada saat awal proses pemanasan ruang tungku yang cukup besar (sekitar 2 m<sup>3</sup>) masih dalam keadaan dingin, walaupun demikian setelah seluruh ruang tungku mengalami pemanasan yang homogen maka arus dan tegangan heater kembali stabil sesuai dengan laju pemanasan yang telah di seting. Dari data temperature hasil akuisisi yang diperoleh terlihat bahwa masih diperlukan pengendalian temperatur yang lebih baik pada awal proses sehingga fluktuasi yang terjadi

dapat diminimalisir, hal ini menjadi tantangan tahapan berikutnya dalam pengendalian dan monitoring proses sintering.

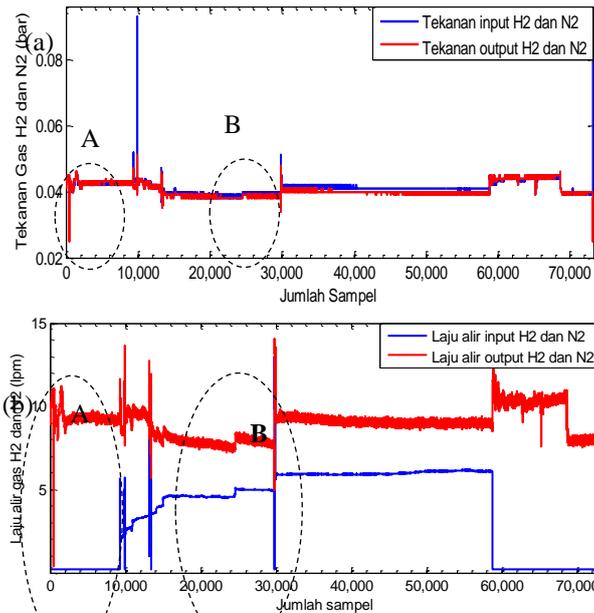


Gambar 3. Temperatur (a) Ruang Dalam Tungku Sinter, (b) I/O Gas Hidrogen dan Nitrogen, (c) I/O Air Pendingin



Gambar 4. (a) Arus Pemanas (heater, R-S-T), (b) Tegangan Pemanas

Seperti yang diperlihatkan Gambar 5, terjadinya fluktuasi pada data tekanan dan laju alir gas nitrogen dan hidrogen yang diakibatkan oleh adanya transisi proses dari satu tahapan ke tahapan berikutnya dalam proses sintering serta reaksi fisika dan kimia yang menyertai transisi tersebut. Bagian A pada Gambar 5, menggambarkan transisi penggunaan gas atmosfer proses dari nitrogen ke hidrogen pada temperatur diatas  $580^{\circ}\text{C}$ , fluktuasi ini terjadi hingga seluruh ruang bakar tungku terisi homogen oleh gas hidrogen sedangkan bagian B merupakan transisi dari tahapan pemanasan ke tahapan penahanan (soaking time) pada temperatur puncak  $1700^{\circ}\text{C}$  selama sekitar 3 jam. Setelah transisi-transisi tersebut tekanan dan laju alir gas atmosfer proses kembali relatif stabil, walaupun demikian harus tetap diperhatikan agar fluktuasi yang terjadi tetap masih dalam rentang batas aman sehingga keselamatan proses sintering masih tetap terjaga.



Gambar 5. (a) Tekanan I/O Nitrogen dan Hidrogen, (b) Laju Alir I/O Nitrogen dan Hidrogen

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

Sistem data akuisisi (DAQ) untuk pengukuran variabel proses sintering telah dikembangkan dengan menggunakan modul data akuisisi standar industri yang tersedia di pasaran. Eksperimen untuk akuisisi terhadap semua variabel proses dilakukan secara online ketika sintering berlangsung telah dilakukan.

##### 4.1 Simpulan

Dari hasil eksperimen akuisisi data secara online terhadap proses sintering dalam mengukur sebelas variabel proses sinter, sistem akuisisi data yang dikembangkan memperlihatkan kinerja yang cukup baik, tidak terjadi kegagalan atau terhentinya akuisisi data yang disebabkan oleh kerusakan sistem. Dari data runtun waktu sebelas variabel proses sintering yang diperoleh, sudah cukup memadai untuk digunakan sebagai bahan dalam memahami karakteristik proses sintering dalam upaya membangun sistem monitoring dan pengendalian proses tersebut lebih lanjut.

##### 4.2 Saran

Data mentah hasil akuisisi masih memerlukan pemrosesan awal sebelum siap digunakan, untuk menganalisis adanya gangguan atau noise pada data sinyal hasil akuisisi. Oleh karena itu langkah selanjutnya adalah memproses data mentah dengan teknik pemrosesan sinyal digital ataupun teknik lain misalnya data mining.

#### 5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] John Park and Steve Mackay, 2003. *Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems*. Newnes publications, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP.
- [2] S. J. L. Kang, 2005. *Sintering: densification, grain growth, and microstructure*. Butterworth-Heinemann.
- [3] T. Yulianto, 2009. *Proses Fabrikasi Elemen Bakar Nuklir di IEBE*. Pusdiklat, Batan, Jakarta.
- [4] J.J.R. Feddes and J.B. McQuitty, 1997. Data Acquisition System for Measuring Environmental Variables within Confinement Animal Unit. *Canadian Agricultural Engineering*, 19(2), pp.75-77.
- [5] Ansaldo Divisione Nira, 1986. *FFL quality control manual*, "Indonesi Project, no.doc.IND-700-00-Q-0498, Batan, Jakarta.