

DATA LOGGER DEBIT AIR DENGAN PROTOKOL M-BUS UNTUK APLIKASI CHILLER**Muhamad Anda Falahuddin¹, Muhammad Arman², Susilawati³, Wirenda Sekar Ayu⁴**^{1,2,3,4}Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri BandungEmail: ¹ m.andafalahuddin@polban.ac.id, ²akangarman@polban.ac.id, ³susilawati@polban.ac.id,
⁴wirendasekar@polban.ac.id**Abstrak**

Abstrak— Protokol M-bus adalah salah satu protokol komunikasi dalam bidang pengukuran yang berkembang pesat. Protokol menggunakan sepasang kabel dan dapat berkomunikasi dengan beberapa perangkat pengukuran secara dua arah seperti *flowmeter*. Pada sistem *chiller*, sirkulasi air bervariasi tergantung pada beban pendinginan dan set point operasi, konsumsi (daya listrik) dan efisiensi *chiller*, salah satunya dapat dihitung berdasarkan pencatatan aliran air yang bersirkulasi dari waktu ke waktu, oleh karena itu *data logger* debit air menjadi sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji *data logger* debit air dengan protokol M-Bus untuk aplikasi *chiller*. Perangkat pengujian meliputi rangkaian *bench water meter* sebagai *flowmeter* (tempat air dapat disimulasikan tersirkulasi) yang dilengkapi dengan sensor *pick-up* M-Bus, konsentrator dan *logger* M-Bus, serta perangkat lunak yang terhubung ke komputer. Pengujian dilakukan dengan variasi debit air berdasarkan bukaan katup sebagai simulasi variasi beban pendinginan dan melihat hasil pencatatan dari waktu ke waktu pada komputer. Tampilan dapat berupa tabel dan grafik.

Kata Kunci: M-Bus, Data Logger, Chiller**Abstract**

The M-bus protocol is one of the communication protocols in the rapidly developing field of measurement. The protocol uses a pair of cables and can communicate with several measurement devices in two directions such as a flowmeter. In the chiller system, water circulation varies depending on the cooling load and set point of operation, consumption (electric power) and chiller efficiency, one of which can be calculated based on logging the flow of water that circulates over time, therefore the water discharge data logger becomes very important. This study aims to examine the water discharge data logger with the M-Bus protocol for chiller applications. The testing device includes a series of bench water meters as flowmeters (which water can be simulated circulated) equipped with an M-Bus pick-up sensor, M-Bus concentrator and logger, and software connected to a computer. Tests carried out with variations in water discharge based on the valve opening as a simulation of cooling load variations and see the results of recording from time to time on a computer. The display can be in the form of tables and graphs.

Keywords: M-Bus, Data Logger, Chiller**I. PENDAHULUAN**

Pengukuran debit air yang akurat, cepat dan andal dalam sistem *chiller* bervariasi dari waktu ke waktu tergantung beban pendinginan yang ditangani oleh sistem *chiller*. Dengan memahami dan mencatat variasi debit ini akan diketahui kinerja

sistem *chiller* dari waktu ke waktu. *Data logger* debit air merupakan salah satu bagian dari sistem pengukuran kinerja pada *chiller*. *Data logger* ini diperlukan untuk mengetahui efisiensi dari *chiller* yang selanjutnya dapat digunakan untuk keperluan penghematan energi.

Perkembangan teknologi informasi, turut mendorong perkembangan bidang *data logger*. Perkembangan tersebut antara lain kecepatan komunikasi, interaksi antar perangkat, data akuisisi, sensor cerdas, dan sistem keamanan. Selanjutnya berkembang pula protokol komunikasi yaitu suatu sistem aturan yang mengendalikan interaksi data antara dua atau lebih entitas (perangkat). Perangkat dalam hal ini dapat berupa sensor, transmitter, pengkondisi sinyal, PLC sampai komputer dan sistem SCADA. Data yang berinteraksi termasuk data fisik hasil pengukuran, alamat (*address*) sensor, lokasi, dan data diagnostik dari sensor.

Salah satu protokol komunikasi yang berkembang adalah protokol M-Bus atau lebih dikenal dengan sebutan meter bus. M-Bus adalah salah satu protokol komunikasi yang dikembangkan oleh University of Padenborn dan Perusahaan Texas Instrument Jerman (Zhang, et al., 2016). Protokol ini merupakan standar Eropa EN 13757-2 untuk *physical and link layer*, dan EN 13757-3 untuk *application layer*, yang digunakan untuk pembacaan meter jarak jauh (*remote meter reading*). Protokol ini relatif murah, memiliki kemampuan menangani jumlah perangkat yang banyak, jarak koneksi yang relatif jauh, konsumsi daya yang rendah, simpel, kuat dan andal, serta *slave powered by master*.

Protokol M-Bus menggunakan model ISO-OSI (*Open System Interconnection*) sebagai acuan dimana terdapat tujuh lapisan (*layer*). Tujuh lapisan OSI ditunjukkan pada Tabel 1 berikut (Zhang, et al., 2016; Frenzel 2016). Protokol M-Bus meliputi 3 lapisan yaitu *physical layer*, *data link layer*, dan *network layer*. Dalam pengembangan selanjutnya, Protokol M-Bus juga dikembangkan ke *application layer*. Fitur utama dari protokol M-Bus adalah sebagai berikut.

1. Bus dengan 2 kabel (2 *wire bus*), tanpa polaritas, sehingga pengkawatan menjadi mudah.
2. *Digital Signal* dengan level yang unik, sehingga memiliki kemampuan tahan terhadap gangguan.
3. *Slave* langsung memperoleh sumber daya listrik saat terhubung dengan *Master* M-Bus.
4. Tipologi Bus, sehingga memudahkan untuk proses pengembangan dan perluasan guna menekan biaya jaringan (*network*).
5. Satu *master* dapat dihubungkan dengan 250 perangkat, dengan jarak sampai 1000 meter.

Sistem dengan Protokol M-Bus dapat digambarkan seperti pada Gambar 1 berikut. Pada Gambar 1 ditunjukkan sejumlah perangkat yang dapat dihubungkan dengan *data logger* yang memiliki protokol M-Bus, seperti meter air, meter listrik, dan *heat* meter. Koneksi antara perangkat dapat menggunakan sepasang kabel dengan diameter 0,6 mm.

Tabel 1. Lapisan Model OSI Protokol M-Bus

7	<i>Application Layer</i>	<i>Application Oriented Layers</i>
6	<i>Presentation Layer</i>	
5	<i>Session Layer</i>	
4	<i>Transport Layer</i>	<i>Transport Oriented Layers</i>
3	<i>Network Layer</i>	
2	<i>Data Link Layer</i>	
1	<i>Physical Layer</i>	

Pengukuran debit air dapat dilakukan dengan sejumlah metode, diantaranya yaitu elektromagnetik, ultrasonik, *pressure difference*, *coriolis*, *vortex*, piston dan turbin. Meter air dengan metode piston dan turbin merupakan meter yang lebih dikenal di kalangan masyarakat karena relatif murah dan mudah dari segi instalasi. Meter air turbin juga dikenal dengan sebutan *Woltman meter*. Meter air selanjutnya dikembangkan dengan *pick-up sensor* sehingga dapat mencuplik data secara digital. Kemampuan ini kemudian dikembangkan agar dapat berkomunikasi dengan perangkat lain (Vural, 2017), menjadi meter cerdas (*smart meter*) sebagai dasar dari *automatic meter reading* (AMR) (Šťastný, et al., 2013, Richter, 2015).

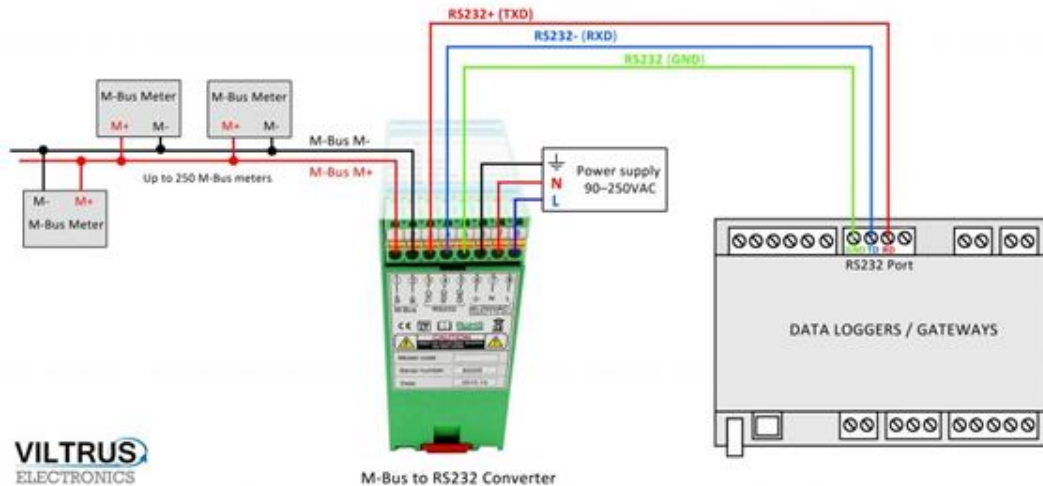
Chiller adalah mesin yang menyerap panas dari refrigeran sekunder (dalam hal ini dapat berupa air) melalui siklus refrigerasi kompresi-uap atau pendingin. Refrigeran sekunder ini kemudian dapat disirkulasikan melalui penukar panas untuk mendinginkan peralatan, atau aliran proses lainnya (seperti udara atau air proses). Sebagai produk sampingan dari proses penyerapan panas, terdapat panas yang harus dibuang ke tandon atau reservoir panas yang lain, atau untuk efisiensi yang lebih besar, dengan tujuan untuk pemanasan.

Terdapat dua jenis dasar sistem HVAC yang dirancang untuk memenuhi persyaratan pendinginan bangunan, yaitu sistem ekspansi langsung (DX), di mana terdapat pertukaran panas langsung antara udara bangunan dan pendingin primer, dan sistem pendingin sekunder yang memanfaatkan air dingin sebagai perantara media

penukar panas untuk memindahkan panas dari udara bangunan ke pendingin (Stanford, 2012).

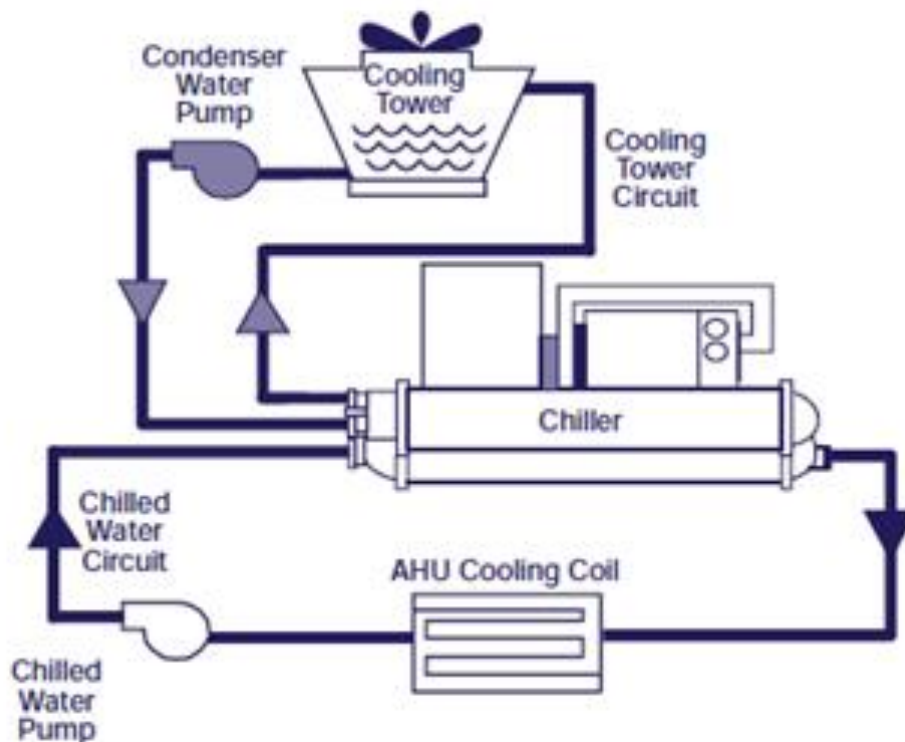
Sistem *water cooled chiller* ditunjukkan pada Gambar 2, yang terdiri dari sisi air dingin di *cooling tower circuit* (air yang meninggalkan dan menuju *cooling tower*) dan sisi air yang lebih dingin (*chilled*

water), yaitu air yang telah melewati sistem *chiller* menuju AHU *cooling coil*.



Gambar 1. Sistem Data Logger dengan Protokol M-Bus

Sumber: <http://www.viltrus.com/m-bus-master-m-bus-rs232-485-converter/>



Gambar 2. Typical Water-Cooled Chiller System

Sumber: <http://energy-models.com/heating-and-cooling-system-upgrades>

Sistem dengan refrigeran sekunder banyak digunakan untuk bangunan-bangunan besar seperti sekolah, gedung, rumah sakit, perkantoran dan *mall*. Dasar pertukaran panas dalam sistem *chiller* diperoleh dari rumus sederhana:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t$$

Dimana:

- Q = kalor yang dilepas/diterima
M = laju aliran masa yang dapat diperoleh dari laju aliran volume (debit)
 Δt = beda temperatur

Data logging merupakan file data historis untuk setiap kejadian yang terjadi pada sistem, yang berguna untuk keperluan pemeliharaan ataupun *review* data-data sebelum dan sesudah kejadian (Wardoyo, 2016). Bagian yang menjadi perhatian dalam sistem *data logger* adalah rentang

pengukuran, interval pengukuran dan kapasitas penampungan data. Adapun parameter yang dicatat dalam *data logger* dapat bermacam macam.

Saat ini belum banyak penelitian yang memanfaatkan kemampuan protokol M-Bus untuk aplikasi *chiller*, karenanya pada penelitian ini dilakukan kajian *Data Logger* Debit Air dengan Protokol M-Bus untuk Aplikasi *Chiller*. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe *data logger* debit air dengan protokol M-Bus pada *chiller*. Kinerja *data logger* dari prototipe yang dibangun juga menjadi perhatian pada penelitian ini.

II. METODE

Diagram skematik penelitian ini adalah seperti Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Skematik Diagram Sistem M-Bus *Data Logger*

Pada penelitian ini alat-alat yang diperlukan adalah sebagai berikut.

1. *Water meter* yang dilengkapi dengan *pick-up* sensor
2. M-Bus *concentrator/converter*
3. Laptop dan *software* yang digunakan untuk *setting* dan parameterisasi

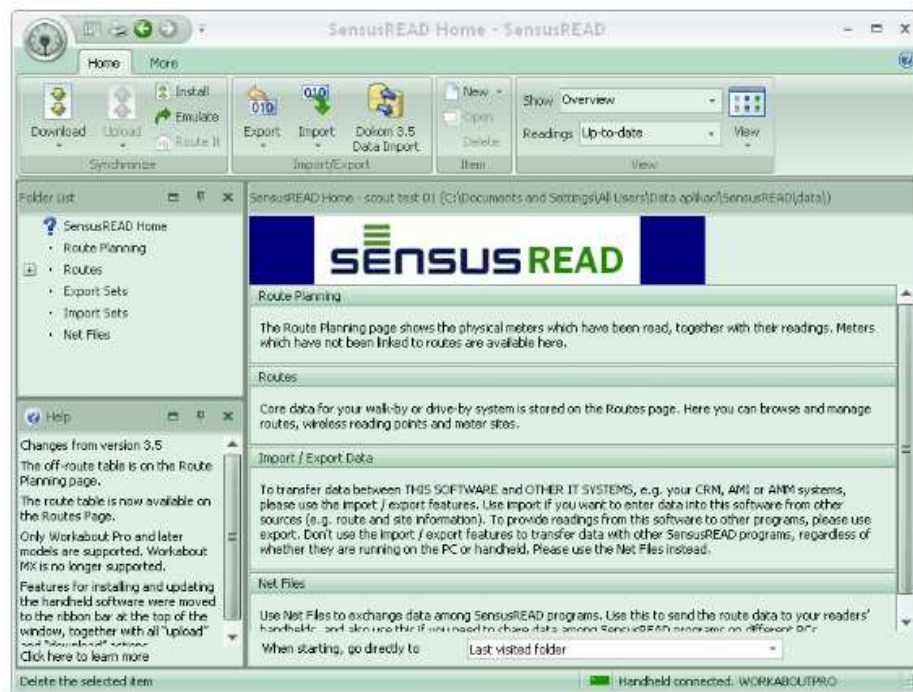
Adapun spesifikasi meter air yang digunakan adalah sebagai berikut.

- Nama : 220C Sensus diameter ½"
Type : Piston
Approval : ISO 4064, ISO 9001
Temperatur air : sampai 40 derajat Celsius
Kelas akurasi : Kelas C

Kemudian spesifikasi dari konsentrator adalah sebagai berikut.

- Nama : *Micromaster* USB
Maksimum meter : 10 *slaves*
Baudrates : 300 to 9600 Baud
Power supply : Berasal dari laptop
Panjang kabel USB : 1 meter

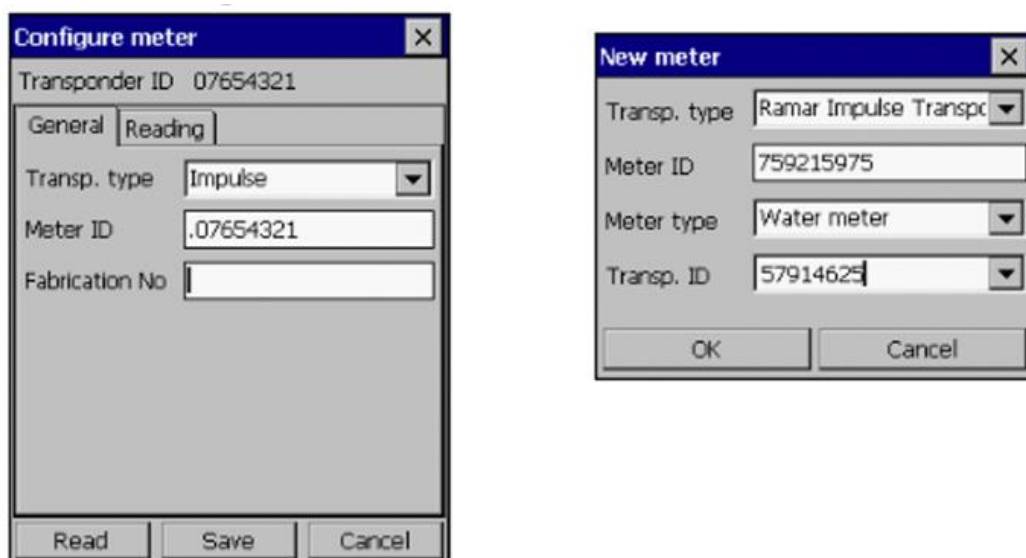
Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan adalah SENSUS READ yang disiapkan oleh dan kompatibel dengan *micromaster* USB. Halaman muka dari perangkat lunak SENSUS READ dapat dilihat seperti pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Halaman Muka Perangkat Lunak SENSUS READ

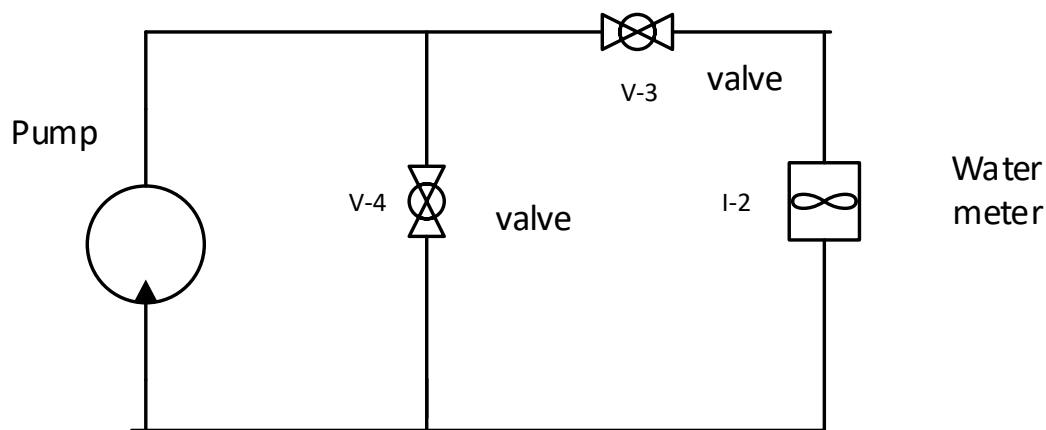
Data yang dapat ditampilkan pada perangkat lunak SENSUS READ yaitu meter ID, pembacaan meter pada saat itu, serta informasi terkait dengan status

baterai, *setting* meter, lokasi dan lain-lain seperti ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Informasi Water Meter pada SENSUS READ

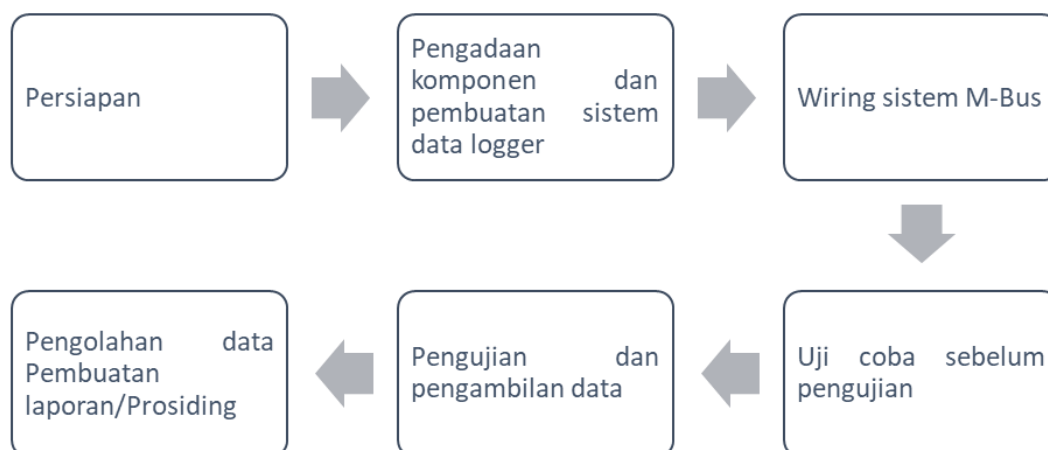
Agar dapat disimulasikan sebagai sistem sirkulasi air pada *chiller*, meter air dirangkai dengan sistem sirkulasi seperti pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Sistem Sirkulasi Air pada Chiller

Pada sistem sirkulasi seperti gambar di atas, air disirkulasikan dengan pompa. Jumlah debit yang mengalir melalui meter air (*water meter*) dapat divariasikan dengan mengatur bukaan katup. Katup V4 merupakan katup *by-pass*. Adapun langkah

pengerjaan penelitian ini digambarkan seperti pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Langkah Pengerjaan Penelitian

Penelitian ini dimulai dari pengadaan peralatan. Kemudian integrasi peralatan terutama pada sistem sirkulasi air karena bagian ini merupakan bagian yang menggambarkan sistem sirkulasi *chilled water* dari *chiller*. Selanjutnya dilakukan *wiring* untuk sistem M-Bus. Setelah rangkaian sistem sirkulasi dan sistem M-Bus sudah terintegrasi, dilakukan uji coba awal. Jika hasil uji coba awal sudah dapat diterima, selanjutnya dilakukan pengujian dan

pengambilan data. Penelitian ini ditutup dengan pengolahan data untuk dianalisis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

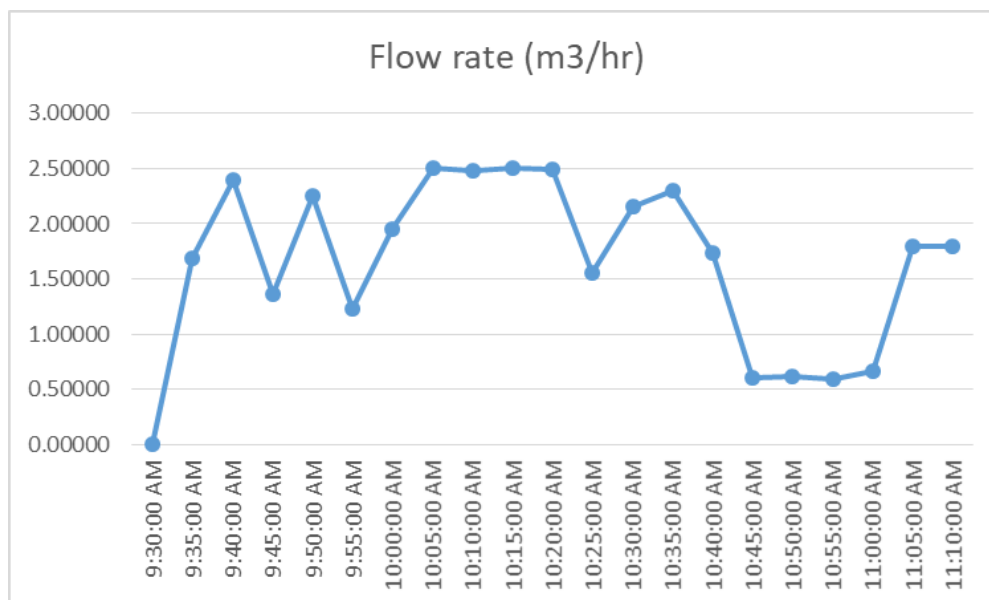
Hasil *data logger* debit air ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. *Data Logging Laju Aliran Air*

No	Meter ID	Time Stamp	Meter stand (M3)	Meter Stand (ltr)	Flow rate (m3/hr)	Keterangan
1	09 0062502	9:30:00 AM	1.7600	1,760.0000		
2		9:35:00 AM	1.9001	1,900.1000	1.68	
3		9:40:00 AM	2.1000	2,100.0000	2.40	
4		9:45:00 AM	2.2135	2,213.5000	1.36	
5		9:50:00 AM	2.4015	2,401.5000	2.26	
6		9:55:00 AM	2.5037	2,503.7000	1.23	
7		10:00:00 AM	2.6666	2,666.6000	1.95	
8		10:05:00 AM	2.8750	2,875.0000	2.50	valve fully open
9		10:10:00 AM	3.0820	3,082.0000	2.48	valve fully open
10		10:15:00 AM	3.2904	3,290.4000	2.50	valve fully open
11		10:20:00 AM	3.4980	3,498.0000	2.49	valve fully open
12		10:25:00 AM	3.6280	3,628.0000	1.56	
13		10:30:00 AM	3.8080	3,808.0000	2.16	
14		10:35:00 AM	4.0000	4,000.0000	2.30	
15		10:40:00 AM	4.1444	4,144.4000	1.73	
16		10:45:00 AM	4.1944	4,194.4000	0.60	1/4 open
17		10:50:00 AM	4.2454	4,245.4000	0.61	1/4 open
18		10:55:00 AM	4.2944	4,294.4000	0.59	1/4 open
19		11:00:00 AM	4.3500	4,350.0000	0.67	
20		11:05:00 AM	4.5000	4,500.0000	1.80	
21		11:10:00 AM	4.6500	4,650.0000	1.80	

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran debit dengan Meter ID 09 0062502, yang merupakan identitas meter dan *time stamp* yang menunjukkan waktu pengukuran. Sementara *stand meter* merupakan pembacaan volume dari waktu-ke-waktu. *Flow rate* dihitung berdasarkan selisih pembacaan volume dibagi waktu. *Interval logging* adalah 5 menit dengan variasi bukaan katup.

Adapun grafik hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran

Gambar di atas menunjukkan hasil *data logging* debit air dengan interval 5 menit dan variasi bukaan katup $\frac{1}{4}$ dan bukaan penuh merupakan salah satu variasi simulasi debit pada sistem *chiller*. Jika beban pendinginan bervariasi, maka laju aliran untuk mengatasi beban juga bervariasi. Dapat dikatakan bahwa simulasi *data logger* debit air dengan Protokol M-Bus ini telah berhasil dilakukan.

Data logging yang diaplikasikan pada sistem ini dilakukan secara *real time* melalui protokol M-Bus yang bersifat *wired network*. Salah satu faktor pendukung untuk menjamin ketelitian dan keakuratan koneksi protokol M-Bus *wired* yaitu lokasi komputer dan jarak pengukuran dengan perangkat *data acquisition*. Dalam hal ini, master M-Bus harus diletakkan sedekat mungkin dengan sumber sinyal. Pada sistem *data logger* yang telah dirancang, master M-Bus dihubungkan dengan komputer melalui kabel USB dengan jarak 1 meter. Spesifikasi panjang kabel USB ini tentunya dipilih dengan mempertimbangkan jarak pengukuran agar tetap tercapai integritas sinyal dan akurasi pengukuran terbaik.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Data logger debit air dengan protokol M-Bus telah dapat dilakukan dengan baik dengan menunjukkan meter ID dan sejumlah variasi bukaan katup, dengan interval 5 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa data debit air dari *chiller* berhasil disimpan pada *data logger* yang dibangun, serta dapat ditampilkan melalui grafik.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Muhammad Waseem, et al., (2016), Building energy metering and environmental monitoring – A state-of-the-art review and directions for future research, Energy and Buildings 120.
- Frenzel Jr. Louise E., (2016), Handbook of Serial Communication Interface, pp. 77.
- Richter, Klaus-Peter (2015), Remote Meter Reading via M-Bus, Energy Management Product Manager, GOSSEN METRAWATT GMBH
- Sikora, Axel, (2013), Portable and Flexible Communication Protocol Stacks for Smart Metering Projects, JOURNAL OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOL. 11, NO. 1.
- Šťastný Ladislav, et al., (2013), Wireless communications in smart metering, 12th IFAC

Conference on Programmable Devices and Embedded Systems.

Stanford III, Herbert W., (2012) HVAC Water Chillers and Cooling Towers, 2nd edition, CRC Press.

Vural, Baycan, et al., (2017), Multi-Interface Meter Concentration Unit to Improve Residential Energy Efficiency Awareness, International Journal of Control Systems and Robotics, pp. 66-72.

Wardoyo, Siswo, et al., (2016), Wireless Data Logger Suhu Multi Channel Menggunakan Labview, Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Vol. 5, No. 2.

Zhang, Dening, et al., (2016), Heating Meter Reading System Based on GPRS and Radio Frequency Technology, Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., Vol. 31, N°9, pp. 163-175.