

Sistem Katup Pintar Untuk Pengendali Kebocoran dan Pemakaian Air

Samuel Christian Tjahyadi¹⁾, Hendra Tjahyadi,²⁾ Arnold Aribowo.³⁾

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pelita Harapan
Jl. Boulevard Palem Raya, Lippo Village, Tangerang, Banten Indonesia 15811, 62 21 5460901
e-mail: hendra.tjahyadi@uph.edu

Abstrak

Dalam tulisan ini didiskusikan rancang bangun dan realisasi suatu sistem kendali untuk mengatasi kebocoran serta konsumsi air yang berlebihan sehingga penghematan bisa dilakukan. Sistem yang direalisasikan terdiri dari sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan waterflow sensor, katup solenoid dan modem GSM sehingga sistem bisa mendeteksi dan mengatasi adanya kebocoran dan pemakaian berlebih serta bisa memberikan notifikasi kepada pengguna jika terjadi kebocoran ataupun kelebihan pemakaian dari harga yang telah ditetapkan. Dari hasil pengujian didapati sistem ini dapat mendeteksi dan menanggulangi kebocoran atau konsumsi air yang berlebihan serta menginformasikannya kepada pemakai melalui SMS dengan tingkat keberhasilan 100%.

Kata kunci: waterflow sensor, katup pintar, pengendali kebocoran, mikrokontroler, GSM modem

1. Pendahuluan

Kebocoran air di dalam rumah baik kecil maupun besar seringkali terjadi, misalnya dikarenakan oleh pipa yang terhubung dengan mesin cuci menjadi bocor karena perubahan tekanan yang tinggi, keran yang tidak tertutup dengan baik ataupun penghuni rumah yang lupa menutup keran. Kesibukan masyarakat perkotaan yang tinggi seringkali mengakibatkan mereka mengabaikan hal-hal yang tampaknya sepele namun penting, seperti memeriksa meter air dan memastikan tidak adanya kebocoran. Akibatnya, biaya yang membengkak di luar dari perencanaan keuangan bulanan, harus dibayarkan.

Agar masalah tersebut dapat diatasi dan terjadi penghematan, dibutuhkan suatu sistem yang mampu mendeteksi penggunaan air secara kontinu dan memberikan peringatan kepada pengguna jika konsumsi air telah melewati batas yang ditentukan sebelumnya dan juga mampu secara otomatis menghentikan aliran air jika dideteksi adanya kebocoran atau pemakaian yang melebihi batas yang ditentukan. Untuk memudahkan pengguna, sistem juga harus dibuat agar pengguna dapat menerima informasi pembacaan meter secara *mobile* melalui telepon genggam yang dimilikinya.

Dalam tulisan ini dibahas rancangan dan realisasi sistem katup pintar yang mampu mendeteksi dan mengatasi kebocoran ataupun pemakaian air yang berlebih. Pembahasan dalam tulisan ini selanjutnya dibagi menjadi beberapa bagian. Pada bagian 2 akan disampaikan landasan teori yang memaparkan beberapa komponen utama yang digunakan dalam realisasi sistem, selanjutnya pada bagian 3 akan disampaikan perancangan sistem yang meliputi perangkat keras dan lunak dari sistem. Implementasi dan pengujian sistem akan dibahas pada bagian 4, dan tulisan diakhiri dengan simpulan pada bagian 5.

2. Landasan Teori

A. Mikrokontroler Atmel AVR ATmega32

Mikrokontroler sering disebut sebagai “otak” dari sebuah sistem. Seperti komputer, mikrokontroler dapat diprogram untuk dapat berinteraksi dengan perangkat keras dan pengguna. Seiring dengan kemajuan di bidang komputer, mikrokontroler juga mengalami kemajuan yang pesat. Mikrokontroler seri terbaru, memiliki kecepatan proses lebih tinggi, memiliki memori yang lebih besar, dan memiliki fitur input dan output yang tidak dimiliki oleh mikrokontroler-mikrokontroler seri lama. Kebanyakan dari mikrokontroler modern, memiliki *analog-to-digital converter* (ADC), *digital-to-analog converter* (DAC), kemampuan interupsi (*interrupt*), *timer* dan *counter* dengan kecepatan yang tinggi, output yang berupa *pulse width modulation* (PWM), kanal komunikasi serial, dan fitur-fitur lainnya.

Pada penelitian ini, pengendali yang digunakan adalah mikrokontroler Atmel AVR ATmega32 yang disebut sebagai ATmega32. ATmega32 sendiri merupakan mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel

keluarga AVR, berbasis arsitektur *Reduced Instruction Set Computer* (RISC). Mikrokontroler ini dipilih karena harganya yang relatif murah dan cukup untuk memenuhi kebutuhan realisasi sistem.

B. Waterflow Sensor

Waterflow sensor adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur debit aliran air. Sensor ini terbuat dari bahan plastik yang di dalamnya terdapat sebuah *rotor*. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini tidak bisa digunakan untuk aliran dengan tekanan yang melebihi 2 MPa, dan tidak dapat dipergunakan untuk cairan dengan suhu yang melebihi 120 °C [1].

C. GSM/GPRS Modem

GSM/GPRS modem adalah kelas dari *wireless* perangkat modem yang dirancang untuk komunikasi dari sebuah pengendali dengan jaringan GSM. GSM/GPRS modem ini membutuhkan kartu SIM seperti yang terpasang pada telepon genggam, untuk dapat melakukan komunikasi melalui jaringan.

E. Short Message Service (SMS)

Short Message Service adalah fitur dari GSM yang dikembangkan dan distandarisi oleh badan *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) [2]. Layanan SMS sangat populer dan sering dipakai oleh pengguna handphone. SMS tidak terbatas hanya untuk komunikasi antara pengguna manusia saja, tetapi kini SMS dapat dikirim dan diterima oleh peralatan, misalnya komputer dan mikrokontroler.

F. AT-Command

AT-Command yang dikenal sebagai perintah AT adalah perintah yang dapat diberikan kepada perangkat GSM [3], seperti: modem ataupun ponsel untuk melakukan beberapa aksi. Beberapa jenis perangkat GSM memiliki *extended AT Command* yang bisa digunakan untuk mengambil informasi jenis dan model telepon genggam, nomor IMEI, SIM, status baterai, kekuatan sinyal, nama operator, lokasi dan *cell ID*.

G. Solenoid Valve

Solenoid Valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik. Mempunyai koil sebagai penggerakannya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC. *Solenoid valve* mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal udara masuk, lubang keluaran berfungsi sebagai terminal udara keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust* berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja [4].

H. Real-time Clock

Real-time clock merupakan sebuah *Integrated Circuit* (IC) yang memiliki fungsi untuk menghitung waktu, mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan, sampai tahun. *Real-time clock* DS1307, memiliki Kristal yang dapat mempertahankan frekuensinya dengan baik.

I. Komunikasi I2C

I2C adalah singkatan dari *Inter Integrated Circuit*, adalah sebuah protokol untuk komunikasi serial antar IC, dan sering disebut juga *Two Wire Interface* (TWI). Bus yang digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan perangkat periferal seperti memori, sensor dan *I/O expander* [5].

J. NS One

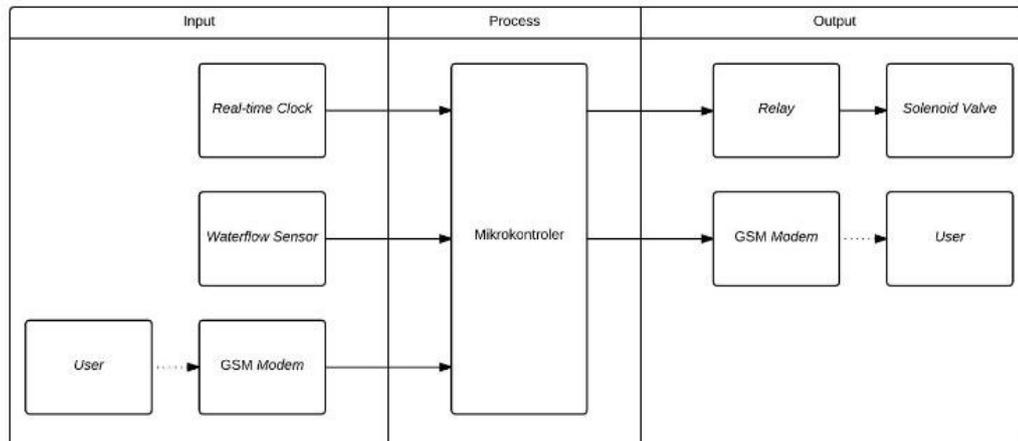
NS One merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Next System Robotics Bandung, berbasis *Arduino*, yang kompatibel dengan beberapa jenis mikrokontroler yang umum di pasaran Indonesia [6].

3. Perancangan Sistem

Fungsi utama dari sistem ini adalah mendeteksi kebocoran dan pemakaian berlebih, setelah itu sistem akan mengirimkan notifikasi kepada *pengguna* dan melakukan aksi penanggulangan kebocoran dan pemakaian berlebih dengan jalan menutup katup pada saluran utama air. Pendeteksi kebocoran dan pengendalian pemakaian air ini dirancang berdasarkan debit air yang mengalir melalui *waterflow sensor*.

Pada penelitian ini kebocoran didefinisikan sebagai debit air yang mengalir konstan pada rentang waktu tertentu, sedangkan pemakaian berlebih adalah konsumsi air yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh pengguna. Notifikasi akan dikirim melalui SMS kepada telepon genggam pengguna apabila memenuhi kriteria kebocoran atau pemakaian berlebih.

Blok diagram dari sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem terdiri atas tiga bagian yaitu input, proses dan output. Sistem ini memiliki tiga kanal input yaitu melalui: *Waterflow sensor*, *real-time clock*, dan GSM modem. *Waterflow sensor* berfungsi untuk memberikan data debit air yang mengalir kepada pengendali dan *real-time clock* bertugas untuk memberikan waktu nyata pada pengendali. Pada bagian proses, sistem dikendalikan oleh satu mikrokontroler, yaitu Atmel AVR ATMega32. Data hasil input akan diproses oleh pengendali dan akan menghasilkan output. Sistem ini memiliki dua output, yaitu *solenoid valve* dan GSM modem. *Solenoid valve* bertugas untuk membuka dan menutup aliran air pada sistem, dan akan dikendalikan oleh mikrokontroler melalui sebuah *relay*. Sedangkan GSM modem berfungsi sebagai input dan output, menjadi jembatan antara pengendali dengan pengguna agar dapat berkomunikasi. Sistem ini akan dipasang pada saluran utama air rumah, menghubungkan antara aliran utama PDAM dengan saluran aliran air di rumah.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

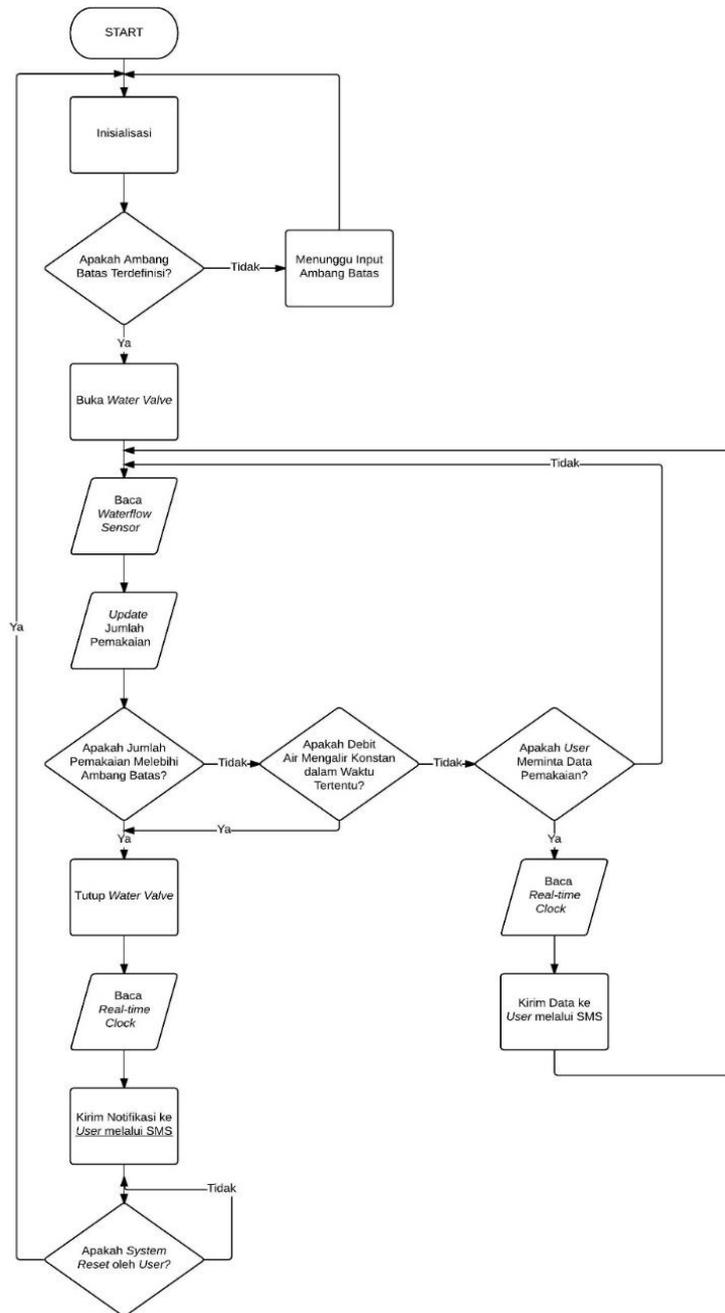
Proses kerja dari keseluruhan sistem dijelaskan pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sebelum semuanya berjalan, sistem terlebih dahulu melakukan inisialisasi. Setelah inisialisasi dilakukan, sistem membaca ambang batas (*threshold*) maksimum konsumsi air yang diijinkan. Jika ambang batas belum didefinisikan, maka sistem akan menunggu input ambang batas dari pengguna. Input ambang batas tersebut dikirimkan dari *pengguna* kepada sistem, melalui *Short Message Service (SMS)*. SMS tersebut diterima oleh GSM modem, yang terhubung secara serial dengan pengendali sistem. Setelah ambang batas didefinisikan oleh pengguna, maka pengendali akan membuka katup air.

Setelah ambang batas ditentukan pengendali akan menghitung konsumsi air dengan cara menghitung debit air yang melewati *waterflow sensor*. Data debit air yang mengalir melewati *waterflow sensor* dibaca oleh pengendali dan dikonversi dari liter/menit menjadi satuan mililiter yang didefinisikan sebagai konsumsi air. Data konsumsi air akan disimpan dalam sebuah variabel. Data tersebut akan terus diperbaharui setelah pembacaan data *waterflow sensor*. Jika konsumsi air telah melewati ambang batas yang telah ditentukan oleh *pengguna*, maka pengendali akan menutup katup air. Hal yang sama akan terjadi, jika debit air mengalir melalui *waterflow sensor* secara konstan pada waktu yang telah ditentukan, karena hal tersebut disimpulkan sebagai kebocoran.

Jika kebocoran atau pemakaian air berlebih terdeteksi, maka sistem akan menutup *solenoid valve* dan memberikan notifikasi kepada *pengguna* bahwa kebocoran atau pemakaian air berlebih terjadi. Setelah itu sistem akan menunggu *reset* dari *pengguna*, lalu akan memulai dari awal.

4. Implementasi

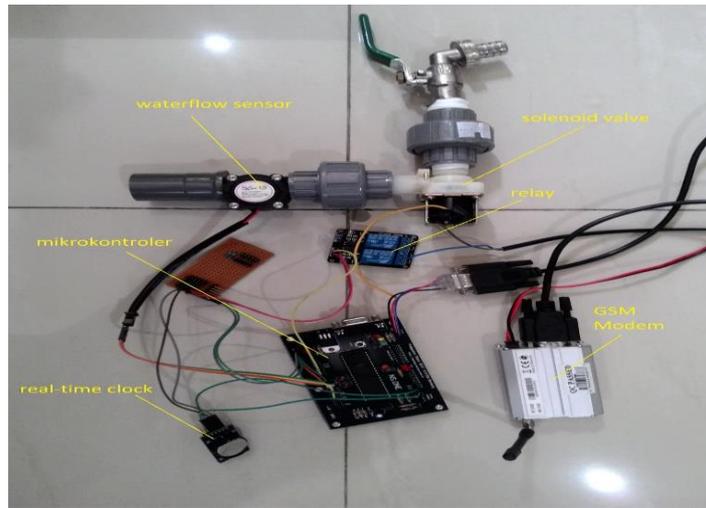
Waterflow sensor dengan *solenoid valve* dihubungkan dengan sambungan pipa PVC ½ inci, dan untuk menghubungkan sumber air dari keran dengan sistem digunakan sebuah pipa air/selang air yang terbuat dari karet. Seluruh perangkat hasil implementasi sebelum dipasangkan pada saluran air utama ditunjukkan pada Gambar 3.



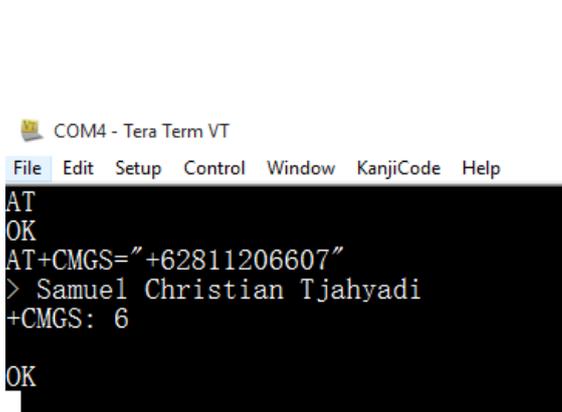
Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Setelah sistem diimplementasikan selanjutnya dilakukan pengujian. Ada dua tahapan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian terhadap masing-masing komponen utama yaitu *solenoid valve*, *waterflow sensor* dan GSM modul, dan pengujian keseluruhan sistem.

Pengujian terhadap masing-masing komponen utama bertujuan untuk memastikan bahwa masing-masing komponen utama bekerja dengan baik yaitu *solenoid valve* akan menutup sempurna jika menerima perintah tutup dari pengendali, *waterflow sensor* memberikan nilai debit air yang tepat dan modul GSM dapat menerima dan mengirimkan pesan dengan benar. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada masing-masing komponen utama didapati bahwa semuanya sudah bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Sebagai contoh, modul GSM berhasil menerima dan mengirimkan pesan baik dari sistem ke pengguna seperti terlihat di Gambar 4 dan Gambar 5 atau sebaliknya dari pengguna ke sistem seperti ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 3. Implementasi Sistem



Gambar 4. Pengiriman SMS oleh sistem



Gambar 5. SMS yang diterima oleh pengguna



Gambar 6. Pengiriman SMS oleh pengguna



Gambar 7. SMS diterima oleh sistem

Tabel 1. Pengujian pemakaian air berlebih

Tipe Pengujian	Ambang Batas	Pengujian ke-	Status
Konsumsi air yang melebihi ambang batas	1000 mL	1	Berhasil
		2	Berhasil
		3	Berhasil
		4	Berhasil
		5	Berhasil
	2000 mL	1	Berhasil
		2	Berhasil
		3	Berhasil
		4	Berhasil
		5	Berhasil

Tabel 2. Pengujian kebocoran

Tipe Pengujian	Bukaan Kran	Pengujian ke-	Status
Kebocoran	1/2	1	Berhasil
		2	Berhasil
		3	Berhasil
		4	Berhasil
		5	Berhasil
	1	1	Berhasil
		2	Berhasil
		3	Berhasil
		4	Berhasil
		5	Berhasil

Untuk pengujian keseluruhan dilakukan dua kelompok pengujian yaitu menguji pemakaian air berlebih dan kelompok kedua adalah menguji adanya kebocoran. Untuk kelompok pertama dilakukan pengujian dengan ambang batas sebesar 1000 mL dan 2000 mL, dan lima kali pengujian dilakukan untuk masing-masing ambang batas. Pengukuran volume air dilakukan dengan jalan memasukkan air yang keluar dari keran pada wadah yang telah diberi ukuran volume. Selanjutnya diamati apakah sistem akan menutup katup dan memberikan notifikasi jika ambang batas tercapai. Hasil dari pengamatan ditunjukkan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 terlihat sistem dapat mengenali dan menutup katup serta memberikan notifikasi jika ambang batas pemakaian air telah tercapai dengan tingkat ketepatan 100%.

Untuk kelompok kedua dilakukan pengujian dilakukan dengan cara secara sengaja membuka keran agar diperoleh laju aliran yang konstan dalam waktu tertentu yang jika terdeteksi akan dianggap sebagai suatu kebocoran. Bukaan keran setengah penuh dan penuh dilakukan dan hasilnya dicatat dalam Tabel 2. Dari Tabel 2, terlihat untuk masing-masing bukaan sebanyak lima kali tingkat keberhasilan sistem mendeteksi adanya kebocoran dan memberikan notifikasi pada pengguna adalah sebesar 100%.

5. Simpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang dilakukan terhadap sistem katup pintar untuk pendeteksi kebocoran dan pengendalian pemakaian air yang dibahas dalam tulisan ini, dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dibuat seperangkat sistem katup pintar untuk mendeteksi kebocoran dan pengendalian pemakaian air. Sistem dapat mendeteksi dan merespon kebocoran serta pemakaian air berlebih serta memberikan notifikasi pada pengguna dengan tingkat keberhasilan 100%. Keterbatasan flow sensor meter dalam mendeteksi laju aliran air menjadi batasan dalam sistem ini sehingga untuk mendeteksi kebocoran yang sangat kecil dibutuhkan *flow sensor* yang lebih akurat. Untuk penelitian lanjutan bisa dikembangkan suatu sistem yang bisa melokalisir lokasi kebocoran dengan jalan menerapkan beberapa sistem yang telah dibuat pada beberapa lokasi yang terpisah. Pengujian jangkauan GSM modem untuk jarak yang jauh dan spesifikasi dari sensor yang lebih akurat dan dan aktuator dengan kapasitas yang lebih besar juga perlu diamati lebih lanjut agar sistem bisa diterapkan pada konteks yang lebih luas misalnya di industri proses dimana diperlukan banyak pengontrolan yang melibatkan cairan.

Daftar Pustaka

- [1] Seeed Studio. (n.d.). Waterflow Sensor. Shenzhen: Seeed Studio Works.
- [2] Eberspächer, J., Vögel, H., Bettstetter, C., Hartmann, C.. *GSM - Architecture, Protocols and Services*. 3rd ed. East Sussex: John Wiley & Sons. (2009)
- [3] Cockings, C. *GSM AT Command Set*. Melbourne: Cambridge Technology Center. (2001).
- [4] Alciatore, D., Hstand, M. *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill. (2007).
- [5] Maxim Integrated. DS1307 64 x 8, Serial, I2C Real-Time Clock. California: Maxim Integrated. (2015).
- [6] Tjahyadi, C., Tjahyadi, M. *Membuat Robot Green Bird*. Jakarta: CIF. (2014).