

Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP/IP

DUWI HARIYANTO,* GURUM AHMAD PAUZI DAN AMIR SUPRIYANTO

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145

email: *duwi_hariyanto@yahoo.co.id*

ABSTRACT

Pipeline leaks can cause major financial losses for users of pipeline system. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) generally uses manual methods to detect leak location, such as by looking puddle above the pipeline. The research proposed to produce a method that can detect pipeline leak location quickly and accurately. The method use water flow sensors that are placed before and after the leak. The water flow sensors are used to record data of the difference between incoming and outgoing water flow (ΔQ). The data are transmitted to a computer using a network based on TCP/IP. The results showed that the smaller value of the difference between incoming and outgoing water flow (ΔQ), the farther distance leak location (X). If diameter hole (D) had decreased by 43%, the value of the difference between incoming and outgoing water flow (ΔQ) would have decreased by 21%. Based on these results, the method for detecting pipeline leak location with technology water flow sensors can distinguish pipeline leak location quickly and accurately.

Keywords: Leak, water flow, water flow sensor, TCP/IP, WIZ110SR

PENDAHULUAN

Kebocoran jaringan pipa dapat menyebabkan kerugian finansial yang besar bagi pihak pengguna sistem perpipaan. Sebagai contoh, di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau Bandarlampung, selama Februari 2015, tingkat kebocoran pada proses distribusi mencapai 39,3%. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan selisih antara jumlah air bersih yang didistribusikan oleh PDAM Way Rilau Bandar Lampung dan jumlah air yang dijual kepada pelanggan.

Total kapasitas produksi PDAM Way Rilau Bandarlampung sebesar 1.426.825 m³ dengan volume air yang didistribusikan sebesar 1.288.185 m³. Namun, volume air

yang dijual kepada pelanggan hanya sebesar 781.114 m³, jadi kehilangan air mencapai 39,3%, yaitu sebesar 507.071 m³ (PDAM Way Rilau Bandar Lampung, Februari 2015). Angka kebocoran tersebut melebihi batas pada kriteria desain yang ditetapkan oleh Dirjen Cipta Karya tahun 1988 sebesar 15 - 30%.

PDAM umumnya menggunakan metode manual untuk mendeteksi letak kebocoran pipa, yaitu dengan melihat secara kasat mata jika terjadi genangan air yang berada diatas jaringan pipa atau berdasarkan laporan masyarakat tentang adanya kebocoran pipa. Di era kemajuan teknologi ini, bukan hal yang tidak mungkin metode deteksi letak kebocoran pipa dilakukan secara

*Penulias korespondensi

cepat dan akurat.

Sadeghioon *et al.* (2014) melakukan pengujian dengan mengembangkan jaringan sensor wireless bawah tanah (*Underground Wireless Sensor Network/ UWSN*) berbasis *Force Sensitive Resistor* (FSR) untuk memantau kebocoran pipa menggunakan jaringan nirkabel. Prinsip pengujian tersebut, yaitu menggunakan teknologi FSR yang ditempatkan sebelum dan sesudah titik kebocoran untuk merekam beda tekanan dan menggunakan jaringan nirkabel untuk sistem transmisi data. Hasilnya menunjukkan bahwa pipa dalam kondisi bocor memiliki beda tekanan lebih tinggi dibandingkan pipa dalam kondisi tidak bocor.

Pada teori fisika mengenai persamaan kontinuitas untuk aliran tak mampu-mampat, jika tidak terjadi akumulasi penambahan ataupun pengurangan fluida dalam suatu volume, laju aliran fluida yang masuk ke dalam volume tersebut harus sama dengan laju aliran yang keluar dari volume (Munson & Young, 2004). Oleh sebab itu, jika terjadi suatu kebocoran dalam sistem distribusi fluida, maka akan terjadi perbedaan antara debit fluida masuk dan debit fluida keluar.

Sensor flowmeter merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi laju aliran fluida. Sensor flowmeter terdiri dari rotor air, magnet, dan sensor efek hall (Siregar *et al.*, 2013). Keunggulan sensor flowmeter berbasis sensor efek hall, yaitu sistem deteksinya non-kontak sehingga tahan lama dan keluarannya berupa sinyal digital sehingga mudah diproses dan kebal terhadap *noise* (Sood *et al.*, 2013).

Berdasarkan hal yang disajikan di atas, perlu dilakukan suatu inovasi dengan menggunakan dua buah sensor flowmeter yang ditempatkan sebelum dan sesudah titik kebocoran untuk merekam data perbe-

daan debit air. Kemudian, data hasil ditransmisikan ke komputer menggunakan jaringan berbasis TCP/IP untuk mendeteksi letak kebocoran pipa.

METODE PENELITIAN

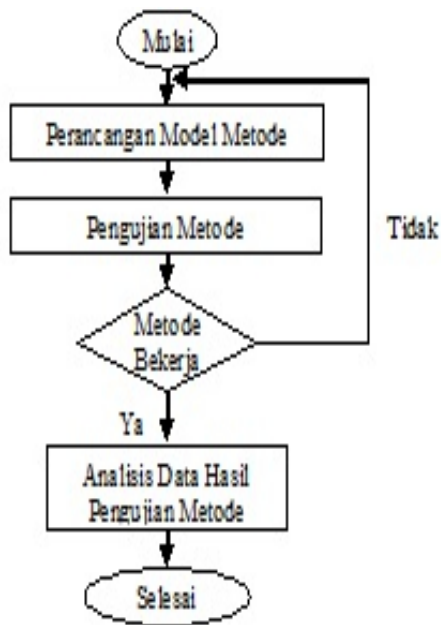
Gambar 1 menunjukkan diagram alir penyelesaian penelitian secara umum. Objek dalam penelitian, yaitu pipa PVC berukuran $\frac{3}{4}$ inchi dengan panjang enam meter. Sketsa pengujian model metode dalam penelitian ditunjukkan Gambar 2. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ) dan diameter lubang bocor (D) terhadap letak titik kebocoran pipa (x).

Pompa dan pengontrol tinggi muka air digunakan untuk mengatur sirkulasi air pada model. Pengontrol tinggi muka air berfungsi untuk mengontrol kerja pompa air.

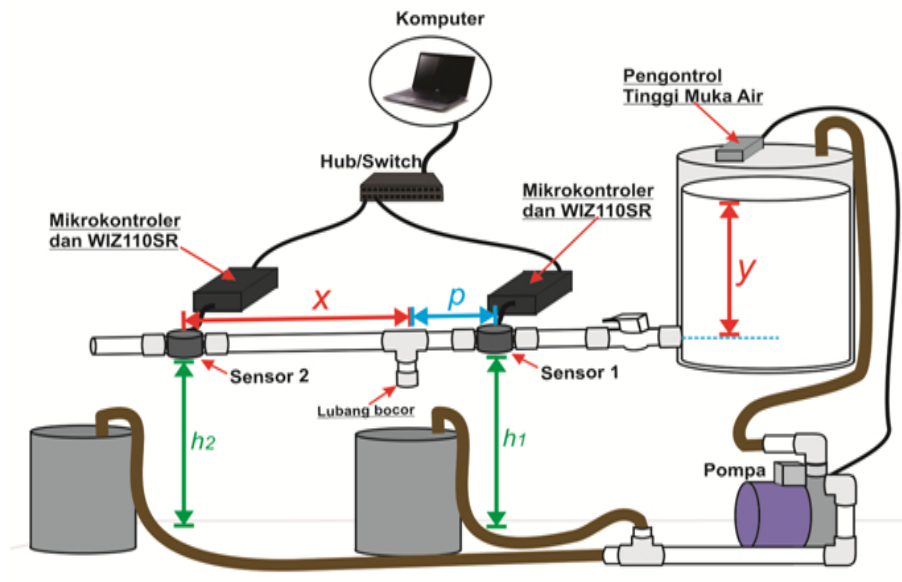
Sensor flowmeter yang diintegrasikan dengan pengkondisi sinyal berupa mikrokontroler ATmega 16 dan modul WIZ110SR pada Gambar 3 digunakan sebagai perekam data debit air yang melewati pipa. Sensor flowmeter berjumlah dua buah dan ditempatkan sebelum dan sesudah titik kebocoran.

Sensor flowmeter 1 diletakkan sebelum titik kebocoran dan sensor flowmeter 2 diletakkan setelah titik kebocoran. Jarak antara kedua sensor, yaitu $x + p$ (cm), dalam hal ini p bernilai 80 cm. Sensor 1 berada pada ketinggian h_1 dan sensor 2 berada pada ketinggian h_2 , dalam hal ini pipa diletakkan dengan kemiringan sebesar 1° .

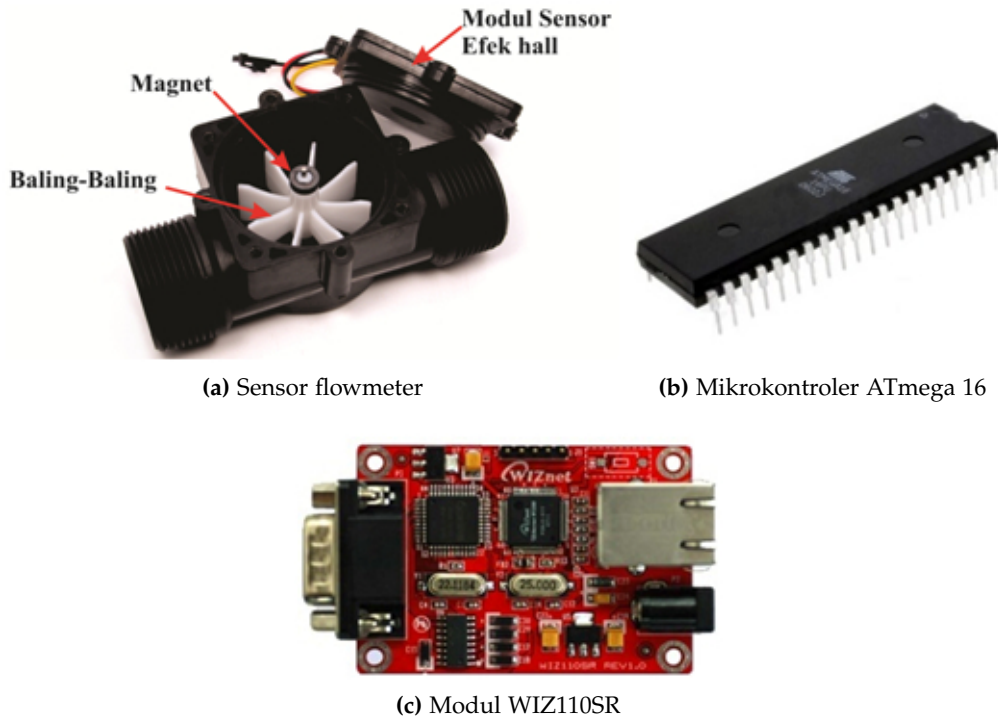
Penyambung *letter T* dan *plug* (penyumbat) pipa PVC berdiameter 21 mm dan 12 mm digunakan sebagai lubang bocor buatan dan diletakkan pada jarak x (cm) dari sensor 2. Pada pengujian, kebocoran



Gambar 1: Diagram alir penelitian.



Gambar 2: Sketsa pengujian model metode.



Gambar 3: Perekam debit air.

buatan dilakukan dengan melepas plug pada penyambung *letter T* secara cepat dan nilai letak kebocoran pipa x diubah-ubah sebesar 100, 200, 300, 400, 500, dan 600 cm.

Data debit air hasil keluaran sensor 1 dan sensor 2 diolah oleh mikrokontroler ATmega 16. Data hasil ditransmisikan ke komputer menggunakan jaringan berbasis TCP/IP melalui modul WIZ110SR dan ditampilkan pada komputer menggunakan software Hyperteminal, kemudian disimpan dengan format *.txt untuk dianalisis.

HASIL DAN DISKUSI

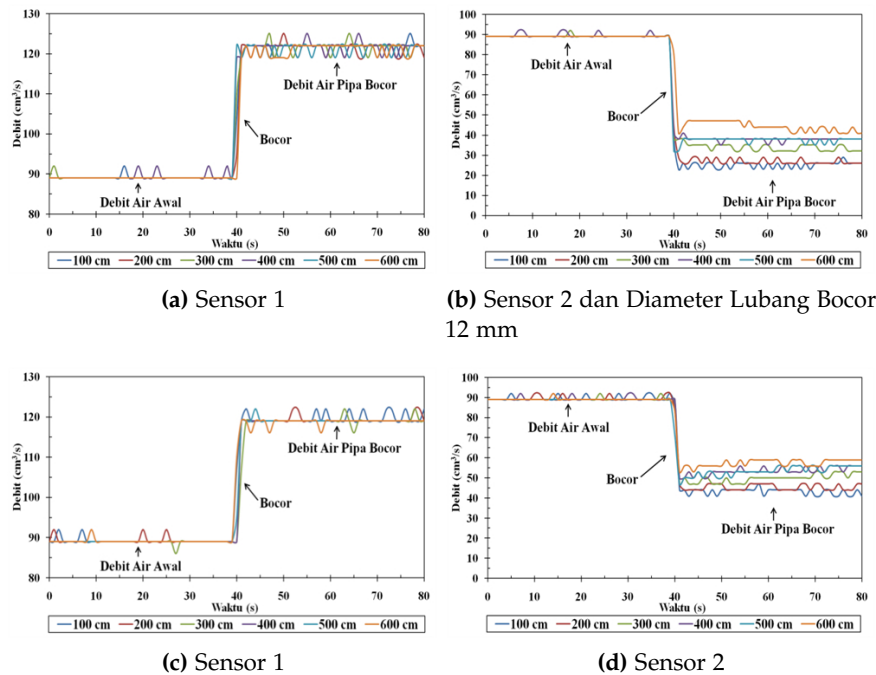
Hasil pengukuran debit air selama 80 detik pada pengujian kebocoran pipa dengan diameter lubang bocor 21 mm dan 12 mm ditunjukkan Gambar 4.

Gambar 4a menunjukkan hasil pengukuran debit air menggunakan sensor 1

pada pengujian kebocoran pipa dengan diameter lubang bocor 21 mm. Pada setiap nilai letak kebocoran pipa (X), debit air awal sebesar $89 \text{ cm}^3/\text{s}$ mengalami kenaikan sebesar 36% setelah pipa mengalami kebocoran.

Hasil pengukuran debit air menggunakan sensor 2 pada pengujian dengan diameter lubang bocor 21 mm ditunjukkan Gambar 4b. Debit air awal sebesar $89 \text{ cm}^3/\text{s}$ mengalami penurunan setelah pipa mengalami kebocoran. Dalam hal ini, pada nilai letak kebocoran 100 cm debit air awal turun sebesar 71,8%, diikuti 200 cm sebesar 69,8%, 300 cm sebesar 62,1%, 400 cm sebesar 57,5%, 500 cm sebesar 57,8% dan 600 cm sebesar 50,3%.

Hasil pengukuran debit air menggunakan sensor 1 pada pengujian dengan diameter lubang 12 mm ditunjukkan Gambar 4c. Pada setiap nilai letak kebocoran pipa (x), debit air awal sebesar $89 \text{ cm}^3/\text{s}$ men-



Gambar 4: Pengukuran debit air selama 80 detik pada pengujian kebocoran pipa dengan diameter lubang bocor 21 mm.

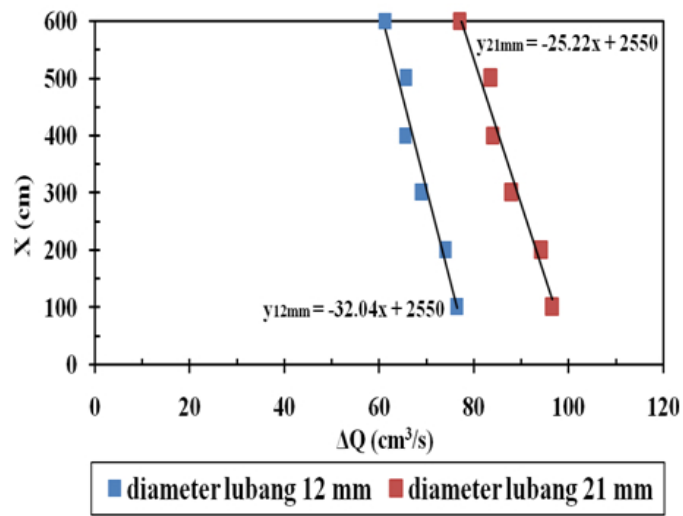
galami kenaikan sebesar 34% setelah pipa mengalami kebocoran. Kenaikan debit air awal tersebut 2% lebih kecil dibandingkan hasil pengukuran pada pengujian dengan diameter lubang 21 mm.

Gambar 4d menunjukkan hasil pengukuran debit air menggunakan sensor 2 pada pengujian dengan diameter lubang bocor 12 mm. Hasil tersebut menunjukkan hasil yang sama pada pengujian dengan diameter lubang 21 mm, yaitu debit air awal sebesar $89 \text{ cm}^3/\text{s}$ mengalami penurunan setelah pipa mengalami kebocoran. Namun, pada nilai letak kebocoran pipa 100, 200, 300, 400, 500, dan 600 cm menunjukkan penurunan debit air awal berturut-turut sebesar 51,4%, 49,0%, 44,0%, 39,8%, 39,9%, dan 35,4%.

Gambar 5 menunjukkan pengaruh hasil selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ) terhadap letak kebocoran (x) pada pengu-

jian kebocoran pipa dengan diameter lubang bocor 12 mm dan 21 mm. Semakin kecil nilai selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ), semakin jauh letak kebocoran pipa (x) yang diukur dari titik kebocoran ke sensor setelah titik kebocoran.

Selain itu, Gambar 5 memberikan petunjuk bahwa penurunan besar diameter lubang bocor dari 21 mm ke 12 mm menyebabkan penurunan selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ) pada setiap nilai letak kebocoran. Dalam hal ini, pada nilai letak kebocoran 100 cm nilai ΔQ turun sebesar 20,8%, diikuti 200 cm sebesar 21,5%, 300 cm sebesar 21,5%, 400 cm sebesar 21,9%, 500 cm sebesar 21,5%, dan 600 cm sebesar 20,2%. Hal tersebut memberikan petunjuk bahwa penurunan besar diameter lubang bocor sebesar 43% mengakibatkan penurunan nilai selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ) rata-rata sebesar 21%.



Gambar 5: Grafik hubungan antara ΔQ terhadap X pada diameter lubang bocor 12 mm dan 21 mm.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, teknologi sensor flowmeter memiliki keunggulan ketika diaplikasikan pada metode deteksi letak kebocoran pipa berbasis TCP/IP, yaitu dapat membedakan letak titik kebocoran pada pipa dengan kemiringan 1° dan panjang 600 cm secara akurat. Data debit air yang dihasilkan teknologi sensor flowmeter dapat diakuisisi dan ditransmisikan melalui jaringan berbasis TCP/IP sehingga menambah kecepatan transmisi data.

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dalam penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil nilai selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ), semakin jauh letak kebocoran pipa (x). Penurunan besar diameter lubang bocor sebesar 43% mengakibatkan penurunan nilai selisih debit air masuk dan keluar (ΔQ) sebesar 21%. Oleh karena itu, metode deteksi letak kebocoran menggunakan teknologi sensor

flowmeter berbasis TCP/IP dapat membedakan letak titik kebocoran pada pipa secara cepat dan akurat.

REFERENCES

- Munson B., & D. Young. 2004. *Mekanika Fluida*. Erlangga. Jakarta.
- Sadeghioon A. M., N. Metje, D. N. Chapman, & C. J. Anthony. 2014. SmartPipes: Smart Wireless Sensor Networks for Leak Detection in Water Pipelines. *Journal of Sensor and Actuator Networks*. Vol. 3. pp 64-78.
- Siregar K., T. Tamba, & B. Perangin-angin. 2013. Viskosimeter Digital Menggunakan Water Flow Sensor G1/2 Berbasis Mikrokontroler 8535. *Jurnal Sainia Fisika*. Vol. 4. No.1. pp 1-6.
- Sood R., M. Kaur, & H. Lenka. 2013. Design and Development of Automatic Water Flow Meter. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*. Vol. 3. No. 3. pp 49-59.