

Prototipe Sistem Kontrol dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* dan Pemantauan Sumber Air Berbasis IOT (*Internet Of Thing*) serta Pendeteksi Kebocoran pada Pipa

Novtafani Muhammad Ibrahim¹, Hendro Agus Widodo², Edy Setiawan³

Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal^{1,2,3}
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia

Abstrak—Sistem berbasis *IoT (Internet of Things)* pada aplikasi kontrol sangat memberikan kemudahan bagi pengguna teknologi. Pada penelitian ini diterapkan *IoT (Internet of Things)* dalam aplikasi monitoring dan pengendalian aliran air dari sumber air ke masyarakat sekitar. Ada beberapa parameter yang dikendalikan dalam penerapan aplikasi, yaitu kerja pompa berdasarkan debit air yang dideteksi sensor *water flow meter* dan *water pressure* dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Penggunaan pemantauan sistem berbasis *IoT (Internet of Thing)* dan pengendalian pompa menggunakan metode *fuzzy* lebih efektif dibandingkan sebelumnya yang tanpa menggunakan aplikasi *IoT (Internet of Thing)* dalam monitoring dan pengendaliannya. Sedangkan deteksi batas maksimal ketinggian air pada tandon 100% bekerja dengan baik. Untuk deteksi kebocoran pipa berdasar hasil pengujian menghasilkan penyimpangan 1,2%.

Kata kunci—*Motor Pump; Fuzzy Logic; IoT (Internet of Thing); Deteksi Kebocoran*

I. PENDAHULUAN

Untuk mendapatkan kebutuhan air bersih masyarakat sekitar memasang motor pompa yang bertujuan mengalirkan air dari sumber ke rumah-rumah warga dengan menggunakan pipa. Didalam sumber air tersebut terdapat tiga pompa untuk mengalirkan air dari dalam sumber ke rumah-rumah warga serta pompa yang ada didalam sumber menyala selama 24 jam. Pada sumber air tersebut untuk pengontrolan pompa masih secara manual dengan menggunakan *MCB (Main Circuit Breaker)* untuk menyalakan dan mematikan pompa.

Berdasarkan yang didapat dari observasi saat penulis melakukan penelitian langsung ke tempat sumber air tersebut, permasalahan yang ada pada sistem pengaliran air sumber adalah kontrol yang digunakan masih menggunakan kontrol manual, pompa yang ada didalam sumber semuanya menyala selama 24 jam dan pada malam hari air yang digunakan oleh warga lebih sedikit dari siang hari sehingga kurangnya efisiensi dalam penggunaan pompa dan operator setiap hari harus ke lapangan hanya untuk memantau keadaan sumber air. Dari permasalahan tersebut ditandai dengan belum adanya sistem kontrol untuk mengontrol pompa untuk menyala sesuai dengan debit air yang dibutuhkan dan sistem pemantau dari jarak jauh. Sehingga permasalahan tersebut jadi kendala tersendiri.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperiment dan implementasi Kontrol metode *Fuzzy Logic*.

A. Hardware

Hardware yang digunakan untuk penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Sensor Water Flow

Sensor *Water flow* terdiri dari katup plastic, rotor air dan sensor *hall effect*. Saat air mengalir melalui *waterflow sensor* maka rotor air akan berputar dengan kecepatan sesuai aliran air yang melalui rotor tersebut. *Hall effect* didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Pada saat ada arus listrik yang mengalir pada *hall effect* yang terletak pada medan magnet dan tegak lurus dengan arus listrik, gerakan pembawa muatan akan mengarah ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Pada penelitian ini menggunakan sensor *water flow* dengan tipe G1/2[1].

2. Sensor Tekanan SKU114991178

Sensor SKU114991178 merupakan sensor analog yang dapat mengukur tekanan hingga 1,2 MPa. Sensor ini membutuhkan tegangan input sebesar 5V DC dan *output* sensor ini adalah sinyal tegangan yang sebanding dengan tekanan yang dikenakan, sinyal tegangan antara 0.5 VDC sampai 4.5 VDC. Untuk keakurasian sebesar 1.5%.

3. Sensor Water Level

Sensor *water level* dengan tipe SSF22 ini merupakan sensor digital. Sensor ini dapat berfungsi secara *normally open* ataupun *normally close*. Pada sensor ini terdapat dua *probe* untuk tegangan masukan dan *ground*. Apabila yang digunakan fungsi *normally open* maka apabila pelampung pada sensor ini menyentuh air maka akan mendeteksi ketinggian air, dan jika yang digunakan fungsi *normally close* maka apabila pelampung pada sensor *water level* ini tidak tersentuh air maka baru mendeteksi ketinggian air.

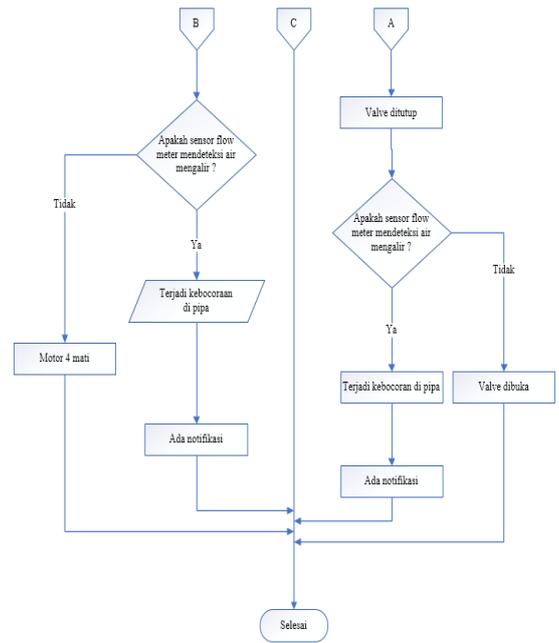
4. Motor Pompa 12VDC

Motor DC (*Direct Current*) memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Motor DC

menghasilkan putaran per menit atau disebut juga RPM (*Rotation Per Minute*), motor DC bisa berputar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam apabila mengubah polaritas motor DC tersebut. Di motor DC terdapat dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak berputar dan rotor adalah bagian motor yang berputar. Dari dua komponen utama ini dapat terbagi lagi menjadi beberapa bagian yaitu kerangka magnet, kutub motor, kumparan medan, kumparan jangkar, komutator, dan kuas atau sikat arang[2].

B. Software

Software yang digunakan untuk penelitian ini adalah Arduino IDE adalah *software* yang dibuat dari bahasa JAVA. IDE sendiri kepanjangan dari *Integrated Development Environment*, atau merupakan suatu lingkungan integrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman yang menyerupai dengan bahasa C, dalam arduino IDE dilengkapi dengan *library C/C++* [3].

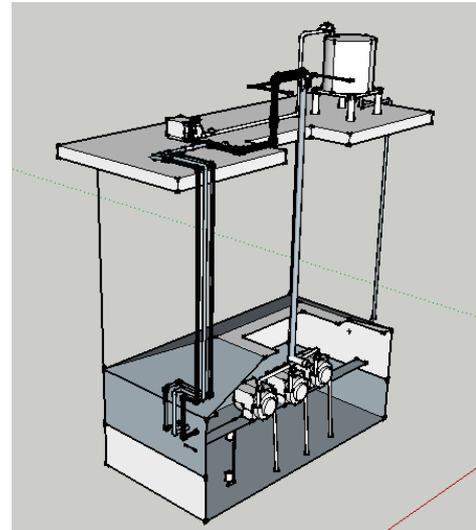


Gambar 1. Flowchart Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini berisikan pengujian keseluruhan sistem pengaliran air dan data analisis pengujian sistem metode *fuzzy logic*.

A. Perancangan Mekanik



Gambar 2. Mekanik Evaporator and Condenser tank

Pada gambar 2 merupakan gambar mekanik yang ukurannya sudah disesuaikan dengan desain mekanik yang dibutuhkan. Penempatan sensor dan *actuator* telah disesuaikan dengan rancangan mekanik agar dapat menghasilkan proses pengaliran air secara maksimal.

B. Pengujian Sensor Water Flow

Pengujian sensor ini dilakukan secara langsung yang ditempatkan pada sistem yang telah dibuat sebelumnya agar dapat menunjukkan kemampuan

pembacaan sensor pada keadaan yang sebenarnya, hasil pengujian dapat tabel I.

TABEL I. DATA PENGUJIAN SENSOR WATER FLOW

No	Pengujian	Sensor water flow	Pengujian	Error
1	1	4.14 L/m	4.2 L/m	1.4 %
2	2	4.62 L/m	4.6 L/m	0.4 %
3	3	4.14 L/m	4.1 L/m	0.9 %
4	4	4.62 L/m	4.6 L/m	0.4 %
5	5	4.62 L/m	4.6 L/m	0.4 %
6	6	4.15 L/m	4.2 L/m	1.1 %
7	7	4.15 L/m	4.1 L/m	1.2 %
8	8	4.58 L/m	4.6 L/m	0.4 %
9	9	4.41 L/m	4.4 L/m	0.2 %
10	10	4.62 L/m	4.6 L/m	0.4 %
Error rata-rata				0.68 %

Analisa pengujian sensor *water flow* menggunakan arduino seperti yang ditunjukkan tabel I. Sensor mampu membaca debit air yang mengalir dengan rata-rata error pembacaan sensor *water flow* sebesar 0.68%. Dalam pengujian sensor *water flow* ini menggunakan gelas ukur dan *stopwatch* sebagai acuan pengujian sensor. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sensor memiliki kemampuan pembacaan debit air yang baik dengan error yang sangat rendah.

TABEL II. DATA PENGUJIAN SENSOR WATER PRESSURE

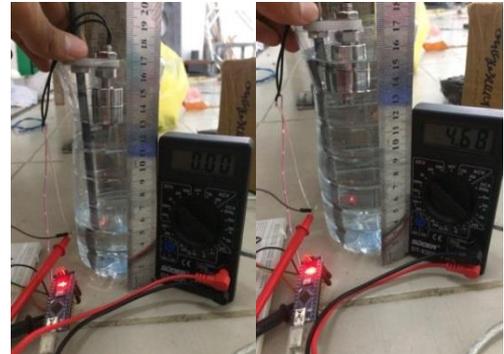
No.	Pengujian	Sensor water pressure	Pressure gauge	Error
1	1	0.59 MPa	0.6 MPa	1.6 %
2	2	0.77 MPa	0.76 MPa	1.3 %
No.	Pengujian	Sensor water pressure	Pressure gauge	Error
3	3	0.81 MPa	0.8 MPa	1.2 %
4	4	0.9 MPa	0.8 MPa	1.1 %
5	5	0.98 MPa	0.98 MPa	0 %
6	6	0.98 MPa	0.96 MPa	2 %
7	7	1.00 MPa	0.98 MPa	2 %
8	8	1.12 MPa	1.1 MPa	1.8 %
9	9	1.17 MPa	1.17 MPa	0 %
10	10	1.18 MPa	1.19 MPa	0.8 %
Error rata-rata				1.18 %

C. Pengujian Sensor Tekanan SKU114991178

Pengujian sensor SKU114991178 akan dilakukan untuk mengetahui data perencanaan dan hasil pengukuran. Dalam pengujian SKU114991178 ini menggunakan *pressure gauge analog* sebagai acuan tekanan air didalam pipa, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel II. Analisa pengujian sensor tekanan air menggunakan arduino seperti yang ditunjukkan tabel II bahwa sensor mampu membaca tekanan air pada pipa dengan *error* rata-rata 1,18%. Dalam pengujian tekanan ini menggunakan *pressure gauge* sebagai acuan pengukuran tekanan.

D. Pengujian Sensor Water Level

Pengujian sensor *water level* ini dilakukan dengan menempatkan sensor pada suatu wadah dan peletakkan sensor diletakkan pada ketinggian tertentu pada bagian atas wadah dan pada wadah diberi penggaris untuk melihat ketinggian air pada wadah. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.

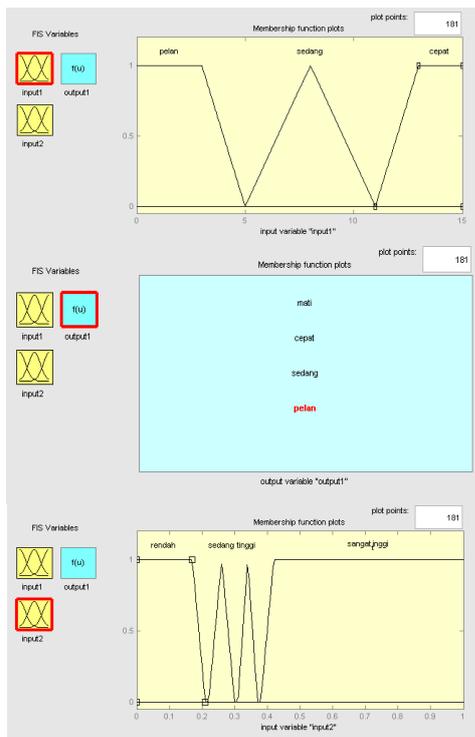


Gambar 3. Pengujian Sensor Water Level

Pada Gambar 3 adalah hasil percobaan dari sensor *water level*. Pada gambar sebelah kiri tersebut terlihat saat air di ketinggian sekitar 5cm, sensor masih belum mendeteksi batas maksimal air pada wadah tersebut dan terdeteksi pada volt meter terbaca 0V sensor masih belum menghantarkan tegangan ke *microcontroller*. Ketika ketinggian air mencapai 15cm dan air menyentuh sensor sampai pelampung terangkat, sensor mendeteksi batas maksimal air pada wadah. Terdeteksi di volt meter sensor menghantarkan tegangan sebesar 4.68V ke *microcontroller*. Pada *microcontroller* untuk mengetahui apakah membaca sensor atau tidak ditandai dengan LED di *microcontroller*, saat sensor tidak mendeteksi maka LED mati dan ketika sensor mendeteksi batas maksimal air LED menyala.

E. Pengujian Metode Fuzzy Logic

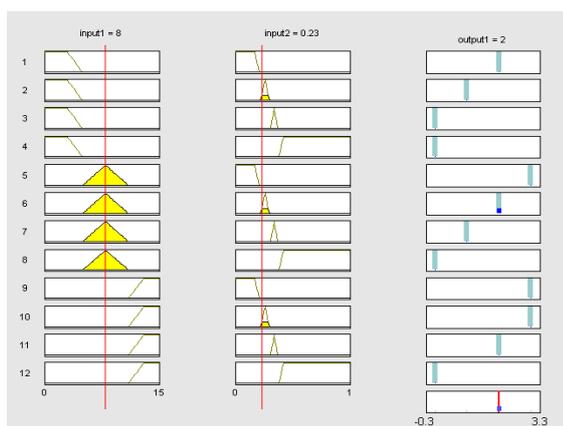
Pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengendalikan motor pompa, ada beberapa tahap dalam metode *fuzzy logic*, yang pertama yaitu proses fuzzifikasi, pada proses ini adalah menentukan *membership function* dan fungsi keanggotaan, selanjutnya yaitu proses pembuatan *rule base*, dan yang terakhir proses defuzzifikasi. Gambar 4 adalah *membership function* pada penelitian ini, terdapat dua *membership function input* dan satu *membership function output*. Selanjutnya adalah proses penentuan *rule base*. Gambar 5 merupakan *rule base* yang digunakan pada penelitian ini. Terdapat dua belas *rule base* yang digunakan untuk menentukan nilai *output* berdasarkan nilai *input* yang didapat daripembacaan sensor.



Gambar 4. Membership Function

1. If (input1 is pelan) and (input2 is rendah) then (output1 is sedang) (1)
2. If (input1 is pelan) and (input2 is sedang) then (output1 is pelan) (1)
3. If (input1 is pelan) and (input2 is tinggi) then (output1 is mati) (1)
4. If (input1 is pelan) and (input2 is sangat_tinggi) then (output1 is mati) (1)
5. If (input1 is sedang) and (input2 is rendah) then (output1 is cepat) (1)
6. If (input1 is sedang) and (input2 is sedang) then (output1 is sedang) (1)
7. If (input1 is sedang) and (input2 is tinggi) then (output1 is pelan) (1)
8. If (input1 is sedang) and (input2 is sangat_tinggi) then (output1 is mati) (1)
9. If (input1 is cepat) and (input2 is rendah) then (output1 is cepat) (1)
10. If (input1 is cepat) and (input2 is sedang) then (output1 is cepat) (1)
11. If (input1 is cepat) and (input2 is tinggi) then (output1 is sedang) (1)
12. If (input1 is cepat) and (input2 is sangat_tinggi) then (output1 is mati) (1)

Gambar 5. Rule Base



Gambar 6. Simulink Fuzzy Logic

Gambar 6 yaitu hasil simulasi pada MATLAB untuk proses defuzzifikasi. Pada proses pengujian didapatkan nilai *input1* sebesar 8 dan *input2* sebesar 0,23 dan menghasilkan nilai *output2*.

F. Pengujian Metode Fuzzy Logic ke Plant

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menjalankan semua sensor, aktuator dengan menggunakan metode *fuzzy*. Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara melihat respon pada aktuator dengan sistem menggunakan metode *fuzzy logic*.

TABEL IV. PENGUJIAN FUZZY LOGIC

No	Input1	Input2	Output
1	3	0.1	2
2	4	0.14	2
3	4	0.26	1
4	6	0.24	2
5	7	0.22	2
6	8	0.32	1
7	8	0.12	3
8	12	0.21	3
9	12	0.36	2
10	13	0.1	3

Pada Tabel IV adalah hasil pengujian metode *fuzzy logic* pada plan penelitian ini. Nilai *output* adalah keadaan motor pompa yang menyala, apabila nilai *output* 1 maka 1 pompa yang menyala, jika nilai *output*-nya 2 maka 2 motor pompa yang menyala, dan jika nilai *output*-nya 3 maka 3 motor pompa yang menyala.

G. Pengujian IoT Pada Plant

Pengujian *IoT* dilakukan dengan cara melihat apakah data sensor dapat tertampil pada *interface* dan sesuai dengan nilai pembacaan sensor yang sebenarnya pada *microcontroller*, dimana pada sistem ini data berupa pembacaan debit air dan volume air yang mengalir.

TABEL V. PENGUJIAN IoT

No	Nama Data	Microcontroller	Pembacaan WEB	Keterangan
1	Volume Air	15291 Liter	15291 Liter	Sesuai
2	Sensor1	4 L/m	4 L/m	Sesuai
3	Sensor2	4 L/m	4 L/m	Sesuai
4	Sensor3	4 L/m	4 L/m	Sesuai
5	Sensor4	3 L/m	3 L/m	Sesuai
6	Sensor5	14 L/m	14 L/m	Sesuai
7	Sensor6	4 L/m	4 L/m	Sesuai
8	Sensor1	4 L/m	4 L/m	Sesuai
9	Sensor2	3 L/m	3 L/m	Sesuai
10	Sensor3	4 L/m	4 L/m	Sesuai

Tabel V adalah hasil pengujian pembacaan nilai sensor terhadap *interface*. Dan hasil pembacaan sesuai dengan data pembacaan sensor pada *microcontroller* dengan tingkat keakurasian 100%.

H. Pengujian Deteksi Kebocoran Pipa

Pengujian deteksi kebocoran dilakukan dengan membuka *valve* yang terpasang diantara sensor *water*

flow pada *outlet* motor pompa dengan sensor *water flow* pada pipa *output* di sistem. Pada Tabel VI adalah hasil pengujian pendeteksi kebocoran pipa, pada kolom keadaan yang dimaksudkan adalah keadaan *valve output* yang mengalir ke warga, pada kolom *valve* yaitu keadaan *valve* yang digunakan untuk simulasi kebocoran pipa, dan pada kolom *flow1* adalah pembacaan sensor *water flow* yang berada di ujung pipa dan dibandingkan dengan pembacaan sensor *flow2* yang berada didalam sumber air. Dari hasil pengujian sebanyak sepuluh kali terjadi satu kali kegagalan dalam pengujian pendeteksi kebocoran pipa.

TABEL VI. PENGUJIAN DETEKSI KEBOCORAN PIPA

No	Keadaan	Valve	Flow 1	Flow 2	Ket	Hasil
1	Valve Buka 3	Buka	3 L/m	14 L/m	Bocor	Benar
2	Valve Buka 2	Buka	1 L/m	8 L/m	Bocor	Benar
3	Valve Buka 1	Buka	0 L/m	4 L/m	Bocor	Benar
4	Valve Buka 3	Tutup	12 L/m	13 L/m	Bocor	Salah
5	Valve Buka 2	Tutup	7 L/m	7 L/m	Tidak Bocor	Benar
6	Valve Buka 1	Tutup	4 L/m	4 L/m	Tidak Bocor	benar
7	Valve Buka 3	Buka	2 L/m	14 L/m	Bocor	Benar
8	Valve Buka 2	Buka	1 L/m	7 L/m	Bocor	Benar
9	Valve Buka 1	Tutup	5 L/m	5 L/m	Tidak Bocor	Benar
10	Valve Buka 3	Tutup	14 L/m	14 L/m	Tidak Bocor	Benar

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis pengujian yang telah dilakukan pada sistem, dapat diambil kesimpulan:

1. Sistem pendeteksi kebocoran pipa dengan membandingkan debit air yang keluar dari pompa dengan debit air yang keluar pada *valve* ujung pipa. Dalam 10 kali pengujian sistem, berhasil 9 kali dan gagal 1 kali.
2. Metode *fuzzy logic* yang diterapkan bekerja dengan baik menggunakan dua variabel *input* dengan *membership function* empat dan tiga, dan satu variabel *output* dengan empat *membership function*, serta menggunakan 12 *rule base*. Hasil *fuzzy* pada arduino sesuai dengan perhitungan *fuzzy* pada MATLAB.
3. Penerapan sistem *IoT(Internet of Thing)* dapat mengendalikan sistem dengan WEB secara *online*. Data pembacaan sensor dapat tertampil pada web dan aplikasi android. Pembacaan data sensor dan aktuator pada plan disimpan pada database MySQL. Sehingga data *record* dapat diakses secara *online* dari WEB. Dalam pengujian pengiriman data dari *microcontroller* ke server ataupun sebaliknya, tingkat kekurasian pengiriman data 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak lupa kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, yang telah mengadakan kegiatan ilmiah yaitu Seminar Master 2018. Semoga hasil penelitian yang kami tuangkan didalam publikasi ini bermanfaat bagi masyarakat dan juga bermanfaat di dunia pendidikan khususnya pada pengembangan dan penerapan aplikasi kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triady, Rocky dkk. (2015). Prototipe Sistem Keran Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter Pada Gedung Bertingkat. ISSN 2338-493x. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan, Pontianak.
- [2] Nugroho, Nalaprana dan Sri Agustina. (2015). Analisa Motor DC (*Direct Current*) Sebagai Penggerak Mobil Listrik. Jurnal Mikrotiga, ISSN 2355-0457.
- [3] Arifin, Jauhari dkk. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Jurnal Ilmiah, ISSN 1858-2680. Jurnal Media Infotama, Bengkulu.
- [4] Chandan, Sahil dan Rahul Agnihotri. (2012). Fuzzy Logic Controller for Flowing Fluids. ISSN 2278-1323. International Journal of Advance Research in Computer Engineering & Technology. Vol. 1.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]