

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Cairan infus digunakan untuk memberikan cairan atau obat kepada pasien melalui pembuluh vena sebagai nutrisi pada pasien yang tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi melalui konsumsi makanan. Oleh karena itu, diperlukan tingkat ketelitian dalam pemantauan agar tidak mengalami gangguan [1]. Permasalahan yang perlu diperhatikan adalah ketika cairan infus yang habis sepenuhnya karena keterlambatan penggantian cairan infus menyebabkan terjadinya *Emboli Udara*. *Emboli udara* adalah terungkapnya suatu benda asing (termasuk udara) di dalam struktur pembuluh darah dan menyebabkan sumbatan pada selang infus sehingga menghambat aliran cairan infus [2].

Di rumah sakit pada umumnya pemantauan cairan infus untuk sekarang ini masih dilakukan secara manual oleh perawat atau tenaga medis yang setiap waktu mengecek kondisi infus [3]. Pemantauan infus tidak jarang juga dibantu oleh keluarga pasien. Hal tersebut kurang efektif baik untuk pasien maupun keluarga karena dapat mengurangi hak pasien serta keluarga untuk beristirahat akibat ikut memantau [4]. Dalam kasusnya kesalahan dalam lambatnya penggantian cairan infus pada pasien oleh perawat atau tenaga medis dapat berakibat buruk pada pasien. Ada juga permasalahan naiknya aliran darah ke selang infus pasien karena kurangnya tekanan pada infus dapat membahayakan pasien.

Berdasarkan dari perbincangan dengan Ns. Lily Eka Lestari dan Ns. Dwi Novita Wati (2023) selaku perawat salah satu Rumah Sakit Pariaman mengatakan kesulitan dalam mengontrol alat infus pasien ketika cairan tabung infus habis walaupun adanya waktu penggantian infus pada pasien tetapi setiap tubuh berbeda-beda menerima cairan infus. Perawat juga kesulitan dalam pemantauan infus-infus pada pasien apakah terjadi kesalahan pada infus pasien. Perawat Eka dan Wati juga mengatakan di Rumah Sakit Pariaman ini memang adanya *Infus Pump*. *Infus Pump* adalah suatu peralatan medis yang mana digunakan sebagai pemberi tambahan zat-zat elektrolit dalam bentuk cairan diinjeksikan ke dalam tubuh pasien dan jumlah tertentu melalui vena [5].

Infus Pump memiliki fitur lengkap dengan adanya tingkat keakuratan dibandingkan keakuratan infus konvensional, fitur memastikan ketepatan dosis infus sehingga tidak terjadi overdosis pada pasien serta mengontrol cairan yang masuk pada pasien. *Infus Pump* ini di Rumah Sakit Pariaman sendiri digunakan pada ruangan tertentu dikarenakan *Infus Pump* memiliki harga yang terbilang mahal dengan rentang harga kurang lebih Rp. 20.000.000 untuk jenis yang umumnya dipakai.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi topik yang penulis angkat dalam pembuatan tugas akhir ini “Sering terjadinya kelalaian dalam mengganti cairan infus dan terkadang infus bermasalah pada pasien”. Oleh sebab itu, sangat dibutuhkan alat monitoring infus baik sebagai pengontrolan maupun sebagai pemantauan bagi tenaga medis atau perawat sehingga penulis membuat suatu alat berupa “Pemantauan Infus”. Untuk memecahkan masalah ini, mempengaruhi berbagai pihak yang melibatkan beberapa stakeholder yaitu tenaga medis, perawat, dan pasien.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Terkendalanya pergantian cairan infus bisa menghasilkan dampak negatif bagi pasien, seperti peningkatan tekanan darah yang disebabkan oleh sumbatan pada selang infus. Dalam hal ini memerlukan tindakan tambahan untuk memastikan kelancaran aliran cairan infus pada pasien. Selain itu, keterlambatan dalam penggantian cairan infus juga dapat menyebabkan kekurangan cairan dan mengakibatkan dehidrasi pada pasien. Hingga saat ini, penggunaan infus di beberapa rumah sakit masih menggunakan metode manual sehingga masih banyak kesalahan yang ditimbulkan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ulfa dan Hikayati (2019), keterlambatan penggantian infus disebabkan oleh respon perawat yang lambat, persentase keterlambatan penggantian infus mencapai 85,7%, waktu tunggu pasien terhadap respon tersebut kurang lebih 10 menit. 80% penyebab terjadinya keterlambatan ini disebabkan oleh perawat masih melayani pasien lain, 15% disebabkan oleh pasien memanggil perawat dalam waktu yang bersamaan dan 5% disebabkan oleh perawat bertugas sedang dalam beristirahat, Jika masalah ini terus dibiarkan maka akan berdampak buruk kepada pasien [6]. Dan juga

diketahui keterlambatan penggantian infus disebabkan oleh lamanya Berdasarkan beberapa jurnal dari Publication Medical (PubMed.gov) Terdapat adanya 47% efek samping yang ditimbulkan akibat kesalahan pada penggunaan infus [7].

Beberapa kasus pelayanan kesehatan di Indonesia antaranya ada yang memakan korban jiwa, seperti kasus di Bangka Belitung, diduga akibat kelalaian perawat rumah sakit, seorang bayi yang baru berumur 4 hari tewas dikarenakan kekurangan oksigen dan kekurangan cairan akibat infus yang melekat di tubuh sang bayi kering dan terlambat diganti oleh suster rumah sakit umum daerah Pangkal Pinang [8]. Dan kasus serupa juga terjadi di Hongkong dimana seorang bayi meninggal karena perawat terlambat mengganti infus selama 50 menit [9].

Menurut penelitian Chandra [2021], kekurangan tenaga medis dan keterlambatan dalam penggantian cairan infus dapat memiliki konsekuensi yang fatal. Dampaknya melibatkan penurunan detak jantung dan suhu tubuh pasien, yang menyebabkan perasaan ketidakamanan. [10].

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [Fikri Handara. 2023] dalam penelitiannya yang berjudul “*Alat Monitoring Infus Pasien Berbasis Internet Of Things*”. peneliti menggunakan sensor ultrasonik untuk mengetahui volume infus yang tersisa pada pasien dan sensor infrared untuk mengetahui jumlah tetesan infus permenit. Data yang didapatkan dikirimkan ke wemos D1 R2 untuk diproses lalu dikirimkan ke *website* untuk ditampilkan. Pada penelitian ini, skema pengujian melakukan menggunakan pengukuran *Quality Of Service (QoS)* dengan dua parameter yaitu *Throughput* dan *delay* dari proses pengiriman data bersumber dari *website*. Kekurangan dari alat ini adalah optimasi nilai dari *Throughput* oleh alat memiliki hasil yang kurang baik. Hasil pengujian menggunakan sensor infrared dalam mengetahui jumlah tetesan infus memiliki perbedaan dengan perhitungan secara langsung dengan rata-rata tetesan infus permenit yaitu kecil dari 4 tetes permenit [11].

Selanjutnya Penelitian [Githa Purwosunu dkk. 2023], dalam penelitiannya berjudul “*Sistem Prediksi Pergantian Infus Berbasis Internet Of Things (IoT)*”. penelitian ini menggunakan sensor *Load Cell* untuk mengukur tetesan infus permenit dan untuk tampilan dari hasil pemrosesan menggunakan aplikasi MIT App yang biasa diakses pada android. Kekurangan dari penelitian ini masih

memiliki error yang cukup besar dengan nilai 20% pada pembacaan tetesan permenit [12].

Berdasarkan uraian diatas penulis akan mengembangkan sistem pemantauan infus pasien yang dapat menutup kekurangan dari penelitian sebelumnya. Penulis mencoba membuat sebuah *website* sebagai sistem pemantauan infus pasien dalam jangkauan WiFi dengan kelas atau klaster yang sama. Fungsi utama dari alat ini ialah dapat mengetahui berat dari cairan infus, jumlah tetesan infus permenit, mengetahui darah terdeteksi naik ke selang infus pasien. Sistem juga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan pada infus seperti cairan infus habis dan darah naik ke selang infus. Agar alat dapat memudahkan perawat dan tenaga medis dalam pemantauan infus pasien maka sistem akan menampilkan informasi-informasi mengenai infus pasien melalui *website* dengan fitur notifikasi.

1.1.2 Analisis Masalah

Analisis permasalahan memiliki beberapa aspek yang harus diperhatikan beberapa topik yang penulis antara lain :

1. Konstrain Ekonomi : Solusi yang dirancang oleh penulis tidak melebihi dari Rp 2.000.000-, memastikan bahwa dalam alat yang dirancang memiliki nilai yang ekonomis dan terjangkau sehingga dapat diterapkan di rumah sakit.
2. Konstrain Manufacturability : Rancangan alat yang dibuat tanpa menggunakan PCB, mounting atau bracket, alat ini yang dapat diciptakan secara *in-house made* menggunakan Printer 3D (atau menggunakan jasa printing printer 3D).
3. Konstrain Sustainability : Resource dan bahan yang digunakan bisa didapatkan di toko elektronik terdekat (ataupun online shop) dan tidak perlu mengimpor dari pihak lain.
4. Konstrain Waktu dan Sumber Daya : Proyek ini dapat dikerjakan dalam waktu 6 bulan dengan waktu kerja 12 jam per minggu.
5. Konstrain Kesehatan : Perangkat yang dirancang tidak menggunakan bahan yang tidak menimbulkan berbahaya bagi kesehatan.

1.1.3 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan Analisa yang dilakukan terhadap rancangan yang akan dibuat, alat yang nantinya akan dirancang diharapkan untuk dapat memenuhi parameter-parameter berikut :

1. Alat yang dirancang harus dapat mendeteksi berat dari cairan infus secara akurat untuk meningkatkan efektifitas dari manfaat yang akan diberikan oleh alat yang dirancang nantinya.
2. Alat yang dirancang diharapkan dapat berjalan dengan daya serendah mungkin dengan target wattage yang digunakan alat tersebut adalah 10W.
3. Alat yang dirancang harus dapat mendeteksi tetesan cairan infus sehingga memudahkan perawat atau tenaga medis sakit dalam pemantauan infus pada pasien apakah cairan infus masih menetes atau bermasalah ataupun sudah mau habis dan harus diganti sesegera mungkin.
4. Alat yang dirancang harus mampu mendeteksi darah yang naik ke selang infus pasien agar tidak terjadinya hal yang tidak diinginkan seperti *emboli udara*.
5. Alat harus dapat memberikan sinyal berupa pemberitahuan pada *website* perawat atau tenaga medis ketika cairan infus sudah mau habis dan perlu diganti. Dan ketika terjadi masalah seperti infus terhenti atau infus mulai gagal fungsi dan darah naik ke selang infus dari pasien agar dapat ditinjau ke lokasi dimana pasien dirawat. Dan dapat dijangkau secara jarak jauh.

1.1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai Berdasarkan dari semua analisis masalah dan kebutuhan yang sudah dipaparkan adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan perawat atau tenaga medis dalam pemantauan infus pada pasien secara jarak jauh.
2. Sistem dapat memberikan pemberitahuan melalui *website* kepada perawat atau tenaga medis.
3. Sistem dapat meminimalisir infus pasien yang memiliki gangguan dan malfungsi.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

Berdasarkan dari permasalahan yang telah dijelaskan, alat atau produk yang akan diciptakan membawa beberapa fitur, baik itu fitur utama maupun fitur dasar untuk memecahkan masalah tersebut. Fitur utama yang akan disajikan oleh alat tersebut antara lain :

- a. Mendeteksi berat cairan infus.
Alat ini akan mendeteksi ketika berat cairan pada infus habis atau mencapai batasnya. Nantinya akan diberikan beban berat dan toleransi batas bawah pada infus. apabila berat infus mencapai batas bawah maka alat akan mendeteksi bahwa cairan infus telah habis.
- b. Mendeteksi tetesan cairan infus.
Penggunaan Infus dirumah sakit pada umumnya masih menggunakan metode manual dimana perawat atau tenaga medis memasang infus kepada pasien lalu mengatur laju tetesan infus pasien, untuk mengatur tetesan infus tenaga medis umumnya menggunakan jam tangan untuk mengkalkulasi tetesan dari infus pasien. Dan terjadinya sumbatan pada selang infus yang mengakibatkan tidak menetesnya cairan infus [13]. Oleh karena itu, yang harus ada adalah pada alat ini yaitu pendeteksian tetesan infus yang dapat dilakukan secara akurat dan tidak terjadinya penyumbatan pada selang infus.
- c. Mendeteksi aliran darah naik.
Ketika infus gagal berfungsi, darah dari pasien akan naik ke selang infus dan dapat terjadinya pembekuan dimana mengganggu kelancaran aliran infus, jika tekanan pada infus tidak stabil maka darah beku yang terdapat pada selang infus akan masuk kembali kedalam pembuluh darah. Darah beku (*blood clot*) tersebut dapat menyebar ke seluruh tubuh yang dapat berpotensi menyumbatnya kapiler darah pada paru-paru sehingga dapat memicu terjadinya *emboli* [14].
- d. Memberikan pemberitahuan pada perawat atau tenaga medis.
Ketika alat telah mendeteksi adanya kesalahan atau gangguan infus maka alat akan memberikan respon yang ditampilkan pada LCD dan pemberitahuan pada *website*.

Selanjutnya adalah fitur dasar, berikut fitur dasar yang disediakan oleh alat yang akan dirancang.

- a) *Sensing Capability* – Mendeteksi cairan dengan akurat.
- b) *Computing Capability* – Memproses data bacaan cairan dan mengkalkulasi potensi kesalahan pada infus dengan cepat.
- c) *Notification Capability* – mengirim pemberitahuan pada perawat atau tenaga medis.

Disamping fitur utama dan fitur dasar yang disajikan, alat yang dirancang juga akan memiliki beberapa fitur tambahan, di antara lain :

- a. Alat yang dirancang menggunakan system monitoring.
Dalam sistem monitoring ini, pemantauan alat akan di kontrol oleh perawat atau tenaga medis. Alat monitoring sendiri berupa :
 1. LCD, yang mana ditampilkan hasil data dari pemrosesan input untuk mengetahui berat pada cairan infus, tetesan infus dan adanya darah yang naik pada selang infus. LCD ini nantinya terpasang pada tiang infus yang mana digunakan untuk menampilkan fitur berupa infus kosong apa tidak, berat dari cairan infus, peringatan tanda darah naik pada selang infus dan laju tetesan cairan infus.
 2. Alat dapat menampilkan informasi ke *website*. Informasi terkait berat cairan infus, jumlah tetesan infus dan darah naik ke selang infus pasien.
 3. Pemberitahuan, alat yang dirancang dapat memberikan pemberitahuan pada perawat atau tenaga medis dengan *website* agar memudahkan untuk memantau infus pasien dan jika infus terjadi gangguan maka pemberitahuan akan muncul pada *website* yang digunakan perawat atau tenaga medis.
- b. Alat bekerja dengan daya yang rendah untuk mengurangi penggunaan baterai. Sistem Infus ini bekerja bagaimana mengoptimalkan penggunaan daya ketika beroperasi dengan daya yang rendah. Dengan daya yang rendah mengurangi penggunaan baterai agar meminimalkan frekuensi waktu beroperasi tanpa pengisian daya.

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1

Sistem Infus Pasien menggunakan Sensor Berat, Sensor Cahaya dan Sensor Warna berbasis Mikrokontroler

Sensor Berat digunakan untuk mendeteksi berat cairan infus dan juga menggunakan beberapa sensor untuk mendeteksi tetesan infus dan mendeteksi darah naik ke selang infus serta adanya motor servo untuk mengunci selang infus jika terjadi kesalahan. Dalam pemrosesannya menggunakan mikrokontroler. Pada solusi ini, sistem dipantau dengan menggunakan *website* yang memudahkan perawat atau tenaga medis dalam bertugas. Cara kerja dari solusi satu ini, sensor berat akan mendeteksi berat cairan infus dengan sensor berada pada pengait tabung infus agar mudah membaca berat dari tabung infus. Jika teridentifikasi bahwa infus sedang bermasalah atau infus sudah habis, motor servo otomatis akan mengunci atau memutar untuk menekan selang infus.

Untuk mendeteksi tetesan infus menggunakan sensor cahaya, sensor berada di *drip chamber* dengan cara kerja sensor mendeteksi reflektivitas dari cairan infus yang menetes pada *drip chamber*. Sensor warna yang digunakan untuk mendeteksi darah naik pada selang infus. Sensor ini berada pada ujung infus pasien untuk mempermudah bacaan sensor ketika darah naik ke selang infus. Ketika terdeteksi bahwa darah naik ke selang infus maka motor servo akan mengunci infus agar tidak terjadi darah naik lebih tinggi ke selang infus, dan memberikan pemberitahuan kepada perawat atau tenaga medis yang bertugas dengan pemberitahuan yang masuk dari *website* yang dimiliki oleh perawat atau tenaga medis.

1.2.2.2 Solusi 2

Sistem Pemantauan Infus Pasien Menggunakan Sensor Cahaya Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Mikrokontroler

System bekerja dengan mendeteksi sisa cairan menggunakan sensor cahaya dan data-data ditampilkan pada *website*. Cara kerja untuk solusi ini dengan sensor cahaya di jepitkan pada *drip chamber* yang ada pada selang infus berfungsi untuk menghitung tetesan infus. Pada sistem juga memiliki motor *gearbox* untuk mengendalikan tetesan infus secara otomatis ketika terdeteksi bahwa infus

berhenti berfungsi maka motor *gearbox* akan mengunci infus agar tidak terjadi darah naik ke selang infus. Cara kerja sistem ini alat akan mendeteksi infus menetes, ketika infus tidak menetes maka alat akan mengirimkan data tetesan infus tidak berisi atau tersumbat, tetapi jika tetesannya sama dengan menetes maka akan diperiksa untuk permintaan ubah tetesan atau tidak untuk menyesuaikan sampai proses mendekati tetesan yang diminta oleh tenaga medis atau perawat.

Untuk proses pengaplikasiannya menggunakan metode *Fuzzy Logic* dengan *fuzzifikasi* dengan mengubah suatu nilai input dan output menjadi *fuzzy input* dan *output* menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan. Nantinya ada indikasi sisa infus, tetesan infus, status infus dan kondisi motor *gearbox* dengan fungsi menggunakan fungsi keanggotaan. Data yang terbaca oleh sensor dan di *fuzzifikasi* akan ditampilkan pada layer LCD dan data-data yang telah dibaca oleh sensor serta telah melakukan proses pengaplikasian dengan *fuzzifikasi* akan ditampilkan pada *website*. [15].

1.2.2.3 Solusi 3

Sistem Pemantauan Infus Pasien dengan Sensor *Flowmeter* dengan Pengolah Data menggunakan Single Board Komputer

Sensor Kran digunakan untuk mendeteksi debit tetesan infus. Sensor kran berada pada ujung tabung infus dan selang infus. dengan cara kerja sensor mendeteksi debit tetesan infus yang mengalir pada selang infus, jika ada debit tetesan infus tidak terdeteksi maka infus dinyatakan tidak berfungsi dan motor servo akan mengunci katup infus lalu memberikan pemberitahuan kepada perawat agar memeriksa kondisi infus pasien sesegera mungkin. Sensor ini juga akan mengatur laju aliran cairan infus dan memberikan data *realtime* dan berapa banyak cairan yang disuntikkan ke dalam pasien. Sensor kran memiliki resolusi dan sensitivitas terbatas untuk mendeteksi perubahan kecil dalam posisi kran hal tersebut dapat membatasi kemampuan sensor untuk memberikan pengukuran yang akurat pada laju aliran cairan infus [16].

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Berdasarkan usulan solusi yang diberikan, berikut analisis *House of Quality* seperti tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 *House of Quality*

Konstrain	Pri ori tas	Karakteristik Produk							
		Computing Performance	Sensing Capability	Notification Capability	Low Cost	Low Power Consumption	Low Network Fee	Estetika	Mudah Instalasi
Biaya <= 2.000.000,-	5	●	●	△	●	○	●	△	○
Tidak Memakai PCB	5		○		△	○		△	○
Bahan Tidak Import	4				○				
Dapat Selesai dalam 6 Bulan	5	△			△			△	●
Tidak Memakai Bahan Berbahaya	3				○	○		△	
Memiliki Bahan Tahan Lama	3	○	●		△		△	△	○
Jumlah		26	40	5	44	31	18	20	41
Persentase		11,5 %	17,7 %	2,22 %	19,5 %	13,7 %	8%	8,88 %	18,2 %
Solusi 1		○	●	●	●	●	●	○	●
Solusi 2		○	●	△	●	●	●	○	○
Solusi 3		●	○	△	△	○	●	○	○

Keterangan :

- : Hubungan Erat (3 point)
- : Hubungan Normal (2 point)
- △ : Hubungan Kurang (1 point)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan *House of Quality* didapatkan point akhir dari setiap solusi sebagai berikut:

Solusi 1 :

$$[(2 \times 11,5\%)+(3 \times 17,7\%)+(3 \times 2,22\%)+(3 \times 19,5\%)+(3 \times 13,7\%)+(3 \times 8\%)+(2 \times 8,88\%)+(3 \times 18,2\%)] = 2,9224.$$

Solusi 2 :

$$[(2 \times 11,5\%)+(3 \times 17,7\%)+(1 \times 2,22\%)+(3 \times 19,5\%)+(3 \times 13,7\%)+(3 \times 8\%)+(2 \times 8,88\%)+(2 \times 18,2\%)] = 2,5618.$$

Solusi 3 :

$$[(3 \times 11,5\%)+(2 \times 17,7\%)+(1 \times 2,22\%)+(1 \times 19,5\%)+(2 \times 13,7\%)+(3 \times 8\%)+(2 \times 8,88\%)+(2 \times 18,2\%)] = 1,971.$$

Berdasarkan konstrain dan fitur yang di yang telah dipaparkan, didapatkan skor untuk masing masing solusi untuk menentukan solusi mana yang paling layak digunakan untuk memecahkan masalah tersebut.

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Setelah dilakukan analisis *House of Quality* didapatkan hasil bahwa solusi pertama memiliki skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan solusi yang lain. Dimana solusi pertama adalah Sistem Infus Pasien menggunakan Sensor Berat, Sensor Cahaya dan Sensor Warna berbasis Mikrokontroler. Alasan solusi ini menjadi pilihan dikarenakan sensor-sensor yang dipilih memiliki *Computing Performance* yang cukup tinggi memungkinkan kalkulasi dengan cepat. Memiliki *Sensing Capability* yang tinggi, memberikan pemberitahuan pada *website*. Dalam penerapan sistem ini memiliki penginstalan yang mudah, harga yang tergolong murah dan memiliki daya yang rendah.

Untuk solusi kedua Sistem Pemantauan Infus Pasien Menggunakan Sensor Cahaya Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler. Untuk solusi ini memiliki kekurangan yang mana dalam menggunakan metode *fuzzy logic* adanya kesulitan tersendiri dalam menentukan preferensi atau parameter agar output dari alat yang dirancang dan secara garis besar keakuratan sistem bias saja terganggu dikarenakan sebagian besar dalam sistem *Fuzzy Logic* bekerja pada data dan input

yang akurat atau tidak. Menentukan model inference yang harus tepat contohnya menggunakan Mamdani atau Sugeno. Dan dalam *Fuzzy Logic* tidak adanya pendekatan sistematis tunggal untuk memecah masalah menggunakan *Fuzzy Logic*. Serta solusi ini tidak memiliki pemberitahuan pada sistem yang mana berperan penting dalam sistem ini.

Solusi ketiga memiliki skor lebih rendah dibandingkan dengan solusi yang lain, dimana solusi ketiga yaitu Sistem Pemantauan Infus Pasien dengan Sensor Flowmeter dengan Pengolah Data menggunakan *Single Board Komputer*. Solusi ini tidak menjadi pilihan karena memiliki biaya yang tergolong mahal serta dalam sistem tidak adanya pemberitahuan pada perangkat. Dan pada solusi ini juga tidak menjadi pilihan dikarenakan memiliki keterbatasan tertentu seperti perlu dipertimbangkan dalam kondisi suhu tinggi. Dalam sensor kran aliran massa harus diukur.

