

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Spesifikasi Alat

Setelah penulis melakukan perancangan alat didapatkan spesifikasi sebagai berikut dan bentuk fisik hasil akhir alat ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Nama Alat : *Syringe Pump* Dilengkapi Mode *Epidural Bolus* Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16

Tegangan Alat : 220 Volt

Dimensi : 33 cm x 13 cm x 17 cm



Gambar 4.1 Hasil Akhir Alat

#### 4.2 Hasil Pengukuran *Flow Rate*

Pengukuran ini dilakukan dengan membandingkan nilai *flow rate setting* dengan *flow rate* yang terbaca pada *Infusion Device Analyzer*. Pengukuran dibedakan menjadikan 3 yaitu dengan *sputit* 50 ml, 20 ml, dan 10 ml. Menggunakan *setting flow rate* 100 ml/jam, 75 ml/jam, 50 ml/jam, 25 ml/jam, 10 ml/jam dan *setting flow rate bolus* 100 ml/jam, 50 ml/jam. Berikut ini merupakan gambar pengambilan data yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Proses Pengambilan Data

#### 4.2.1 Pengukuran *Flow Rate Sduit 10 ml*

Pada pengujian alat di parameter *flow rate* dengan pengaturan *flow rate* sebesar 10-100 ml/jam dengan menggunakan *sduit* ukuran 10 ml menghasilkan hasil sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran *Flow Rate Sduit 10 ml*

Flow Rate Setting (ml/jam)	Hasil (ml/jam)				
	1	2	3	4	5
100	99,89	100,24	99,98	100,16	100,24
75	75,21	75,24	74,88	75,18	75,01
50	50,12	50,22	49,97	50,18	49,8
25	25,23	24,92	25,25	25,17	24,98
10	10,12	10,19	10,16	10,05	10,24

#### 1. Analisa Data

Setelah dilakukan pengambilan data. Dari data yang didapatkan, penulis melakukan perhitungan terhadap data pengukuran yang telah diambil untuk dapat ditarik analisis data. Hasil perhitungan dari data pengukuran parameter *flow rate* pada *sduit* 10 ml ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini.

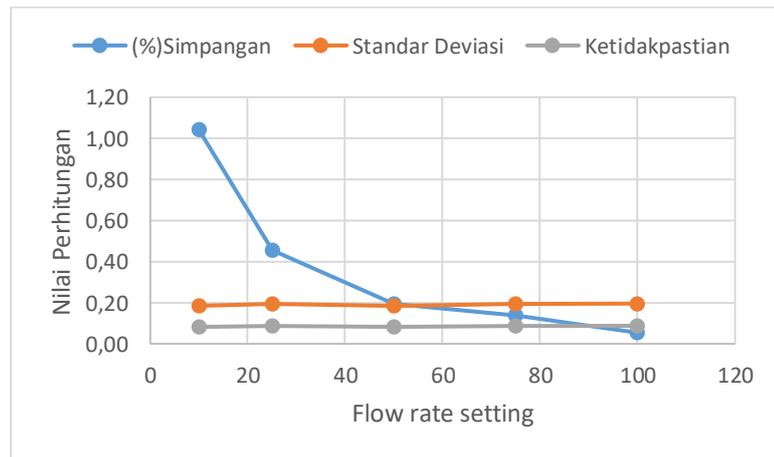
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Data *Flow Rate Sduit* 10 ml

Flow Rate Setting (ml/jam)	Rata-rata (ml)	Simpangan	Persentase Error (%)	Stadar Deviasi	Ua
100	100,05	0,05	0,05	0,20	0,09
75	75,10	0,10	0,14	0,19	0,09
50	50,10	0,10	0,20	0,18	0,08
25	25,11	0,11	0,46	0,19	0,09
10	10,10	0,10	1,04	0,18	0,08
Rata-rata (ml)			0,38	0,19	0,09

Hasil perhitungan dari data pengukuran pada variabel *sduit* 10 ml dengan *flow rate* 100, 75, 50, 25, 10 ml/min. Perhitungan nilai pada tabel terdapat pada lembar lampiran.

## 2. Grafik Hasil Pengukuran

Untuk mempermudah pembacaan data, penulis membuat grafik hasil pengukuran pada *sduit* 10 ml yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Pengukuran *Flow Rate Sduit* 10 ml

Hasil pengukuran menghasilkan hasil yang cukup baik, terlihat pada grafik respon setiap titik *setting flow rate*. Jika dilihat dari rata-rata persentase *error* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,38,

alat ini dikatakan cukup baik karena *error* masih berada dalam jangkauan toleransi yaitu  $\pm 10\%$  artinya alat ini dalam segi akurasi dikatakan baik. Pada grafik persentase *error* terlihat meningkat meskipun nilai *error*nya sama antara beberapa macam *setting* hal ini sangat wajar karena persentase dihitung berdasarkan kecepatan masing-masing, sehingga semakin kecil nilai *setting* maka persentase akan semakin besar, semakin kecil nilai *setting* maka tingkat ketelitiannya semakin kecil. Jika dilihat pada grafik standar deviasi terlihat pada setiap titik pengukuran terlihat konstan dengan nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,19 ml, nilai ini dikatakan cukup baik karena semakin kecil nilai standar deviasi maka alat tersebut semakin presisi, presisi yang dimaksud hasil sebaran data menunjukkan nilai yang hampir sama (menunjukkan kecepatan *flow rate* yang stabil) disetiap pengambilan data ke 1-5. Dan apabila dilihat dari nilai rata-rata ketidakpastian sebesar 0,09 ml maka alat ini cukup baik karena nilai ketidakpastiannya cenderung kecil mendekati angka 0, sehingga tingkat faktor kesalahan pengukuran semakin kecil dan menjadikan kualitas pengambilan data semakin baik.

#### **4.2.2 Pengukuran *Flow Rate Sduit* 20 ml**

Pada pengujian alat di parameter *flow rate* dengan pengaturan *flow rate* sebesar 10-100 ml/jam dengan menggunakan *sduit* ukuran 20 ml menghasilkan hasil sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran *Flow Rate Sput* 20 ml

Flow Rate Setting (ml/jam)	Hasil (ml/jam)				
	1	2	3	4	5
100	100,25	100,04	100,23	100,14	100,27
75	75,29	75,56	74,89	74,78	75,24
50	50,1	49,98	50,4	50,25	50,26
25	25,23	25,24	25,16	24,94	25,18
10	10,26	10,34	9,92	9,85	10,57

### 1. Analisa Data

Setelah dilakukan pengambilan data. Dari data yang didapatkan, penulis melakukan perhitungan terhadap data pengukuran yang telah diambil untuk dapat ditarik analisis data. Hasil perhitungan dari data pengukuran parameter *flow rate* pada *sput* 20 ml ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut ini.

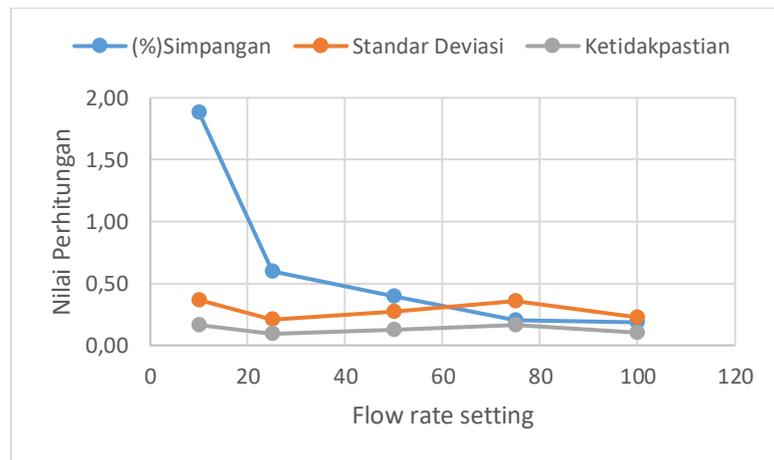
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Data *Flow Rate Sput* 20 ml

Flow Rate Setting (ml/jam)	Rata-rata (ml/jam)	Simpangan	Persentase Error (%)	Standar Deviasi	Ua
100	100,19	0,19	0,19	0,23	0,10
75	75,15	0,15	0,20	0,36	0,16
50	50,20	0,20	0,40	0,27	0,12
25	25,15	0,15	0,60	0,21	0,09
10	10,19	0,19	1,88	0,37	0,16
Rata-rata			0,65	0,29	0,13

Tabel 4.4 di atas merupakan tabel data hasil perhitungan dari hasil pengukuran pada variabel *sput* 20 ml dengan *flow rate* 100, 75, 50, 25, 10 ml/min. Perhitungan nilai pada tabel terdapat pada lembar lampiran.

## 2. Grafik Hasil Pengukuran

Untuk mempermudah pembacaan data, penulis membuat grafik hasil pengukuran pada *sprit* 20 ml yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran *Flow Rate Sprit* 20 ml

Hasil pengukuran menghasilkan hasil yang cukup baik, terlihat pada grafik respon setiap titik *setting flow rate*. Jika dilihat dari rata-rata persentase *error* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,65, alat ini dikatakan cukup baik karena *error* masih berada dalam jangkauan toleransi yaitu  $\pm 10\%$  artinya alat ini dalam segi akurasi dikatakan baik. Pada grafik persentase *error* terlihat meningkat meskipun nilai *error*nya sama antara beberapa macam *setting* hal ini sangat wajar karena persentase dihitung berdasarkan kecepatan masing-masing, sehingga semakin kecil nilai *setting* maka persentase akan semakin besar. Jika dilihat pada grafik standar deviasi terlihat pada setiap titik pengukuran terjadi kenaikan dan penurunan sebesar  $\pm 0,08$  ml/jam, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya *sprit* maka dorongan akan semakin berat dan sedikit

terjadi perbedaan dorongan pada setiap level *sput* yang akan berpengaruh terhadap putaran motor. Namun dengan nilai penurunan dan kenaikan sebesar tersebut alat masih dikatakan cukup baik dan masih dikatakan pada level konstan, nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,29 ml, nilai ini dikatakan cukup baik karena semakin kecil nilai standar deviasi maka alat tersebut semakin presisi, presisi yang dimaksud hasil sebaran data menunjukkan nilai yang hampir sama (menunjukkan kecepatan *flow rate* yang stabil) disetiap pengambilan data ke 1-5. Dan apabila dilihat dari nilai rata-rata ketidakpastian sebesar 0,14 ml maka alat ini cukup baik karena nilai ketidakpastiannya cenderung kecil mendekati angka 0, sehingga tingkat faktor kesalahan pengukuran semakin kecil dan menjadikan kualitas pengambilan data semakin baik.

#### 4.2.3 Pengukuran *Flow Rate Sput* 50 ml

Pada pengujian alat di parameter *flow rate* dengan pengaturan *flow rate* sebesar 10-100 ml/jam dengan menggunakan *sput* ukuran 50 ml menghasilkan hasil sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran *Flow Rate Sput* 50 ml

Flow Rate Setting (ml/jam)	Hasil (ml/jam)				
	1	2	3	4	5
100	99,69	100,07	100,57	100,17	100,34
75	75,59	75,29	74,92	75,12	75,35
50	50,28	50,04	50,42	50,23	49,87
25	25,56	25,21	25,01	24,88	25,02
10	10,04	10,17	10,21	9,87	10,24

## 1. Analisa Data

Setelah dilakukan pengambilan data. Dari data yang didapatkan, penulis melakukan perhitungan terhadap data pengukuran yang telah diambil untuk dapat ditarik analisis data. Hasil perhitungan dari data pengukuran parameter *flow rate* pada *sput* 50 ml ditunjukkan pada Tabel 4.6 berikut ini.

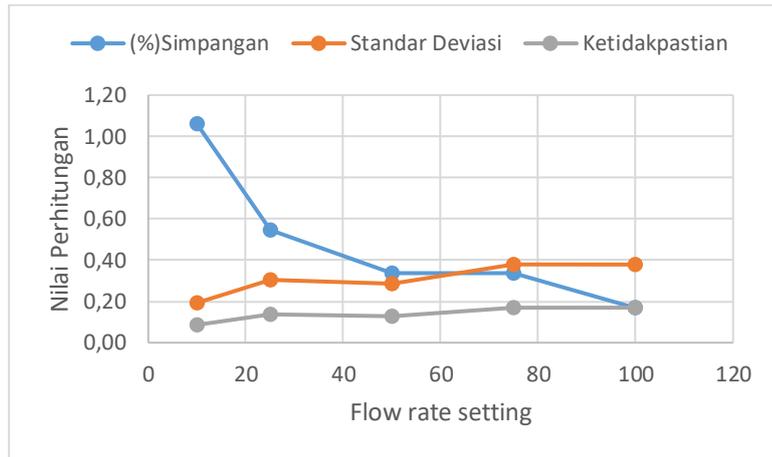
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Data *Flow Rate Sput* 50 ml

Flow Rate Setting (ml/jam)	Rata-rata (ml/jam)	Error	Persentase Error (%)	Standar Deviasi	Ua
100	100,17	0,17	0,17	0,38	0,17
75	75,25	0,25	0,34	0,38	0,17
50	50,17	0,17	0,34	0,29	0,13
25	25,14	0,14	0,54	0,31	0,14
10	10,11	0,11	1,06	0,19	0,09
	Rata-rata		0,49	0,31	0,14

Tabel 4.6 di atas merupakan tabel data hasil perhitungan dari hasil pengukuran pada variabel *sput* 50 ml dengan *flow rate* 100, 75, 50, 25, 10 ml/min. Perhitungan nilai pada tabel terdapat pada lembar lampiran.

## 2. Grafik Hasil Pengukuran

Untuk mempermudah pembacaan data, penulis membuat grafik hasil pengukuran pada *sput* 50 ml yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Grafik Pengukuran *Flow Rate Sput* 50 ml

Hasil pengukuran menghasilkan hasil yang cukup baik, terlihat pada grafik respon setiap titik *setting flow rate*. Jika dilihat dari rata-rata persentase *error* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,49, alat ini dikatakan cukup baik karena *error* masih berada dalam jangkauan toleransi yaitu  $\pm 10\%$  artinya alat ini dalam segi akurasi dikatakan baik. Pada grafik persentase *error* terlihat meningkat meskipun nilai *error*nya sama antara beberapa macam *setting* hal ini sangat wajar karena persentase dihitung berdasarkan kecepatan masing-masing, sehingga semakin kecil nilai *setting* maka persentase akan semakin besar. Jika dilihat pada grafik standar deviasi terlihat pada setiap titik pengukuran terjadi kenaikan dan penurunan sebesar  $\pm 0,12$  ml/jam, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya spuit maka dorongan akan semakin berat dan sedikit terjadi perbedaan dorongan pada setiap level *sput* yang akan berpengaruh terhadap putaran motor. Namun dengan nilai penurunan dan kenaikan sebesar tersebut alat masih dikatakan cukup baik dan masih dikatakan pada level konstan, nilai rata-rata

standar deviasi sebesar 0,31 ml, nilai ini dikatakan cukup baik karena semakin kecil nilai standar deviasi maka alat tersebut semakin presisi, presisi yang dimaksud hasil sebaran data menunjukkan nilai yang hampir sama (menunjukkan kecepatan *flow rate* yang stabil) disetiap pengambilan data ke 1-5. Dan apabila dilihat dari nilai rata-rata ketidakpastian sebesar 0,14 ml maka alat ini cukup baik karena nilai ketidakpastiannya cenderung kecil mendekati angka 0, sehingga tingkat faktor kesalahan pengukuran semakin kecil dan menjadikan kualitas pengambilan data semakin baik.

### 4.3 Pengukuran *Flow Rate Bolus*

#### 4.3.1 Pengukuran *Flow Rate Bolus Sduit 10 ml*

Pada pengujian alat di parameter *flow rate bolus* dengan pengaturan *flow rate bolus* sebesar 10-100 ml/jam dengan menggunakan *sduit* ukuran 10 ml menghasilkan hasil sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran *Flow Rate Bolus Sduit 10 ml*

Flow Rate Bolus Setting (ml/jam)	Hasil (ml/jam)		
	1	2	3
100	100,26	100,16	100,2
50	50,21	50,26	50,13

#### 1. Analisa Data

Setelah dilakukan pengambilan data. Dari data yang didapatkan, penulis melakukan perhitungan terhadap data pengukuran yang telah diambil untuk dapat ditarik analisis data.

Hasil perhitungan dari data pengukuran parameter *flow rate bolus* pada *sput* 10 ml ditunjukkan pada Tabel 4.8 berikut ini.

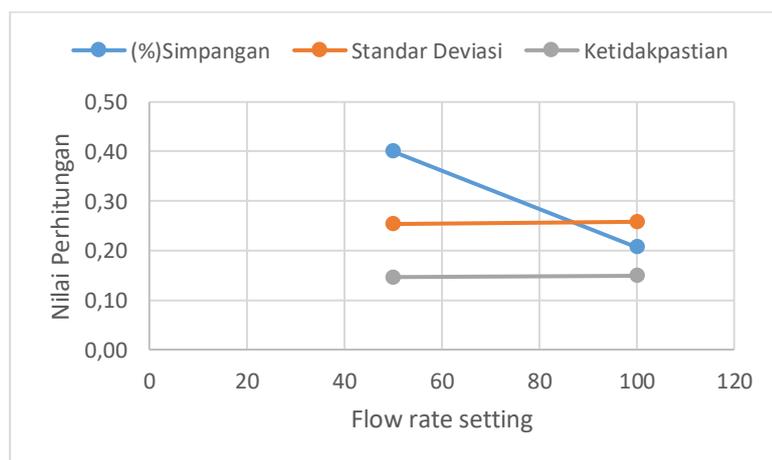
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Data *Flow Rate Bolus Sput* 10 ml

Flow Rate Bolus Setting (ml/jam)	Rata-rata (ml)	Error	Persentase Error (%)	Standar Deviasi	Ua
100	100,21	0,21	0,21	0,26	0,15
50	50,20	0,20	0,40	0,25	0,15
Rata-rata			0,30	0,26	0,15

Tabel diatas merupakan tabel data hasil perhitungan dari hasil pengukuran pada variabel *sput* 10 ml dengan *flow rate bolus* 100 dan 50 ml/min. Perhitungan nilai pada tabel terdapat pada lembar lampiran.

## 2. Grafik Hasil Pengukuran

Untuk mempermudah pembacaan data, penulis membuat grafik hasil pengukuran pada *sput* 10 ml yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Pengukuran Mode *bolus Sput* 10 ml

Hasil pengukuran menghasilkan hasil yang cukup baik, terlihat pada grafik respon setiap titik *setting flow rate bolus*. Jika

dilihat dari rata-rata persentase *error* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,30, alat ini dikatakan cukup baik karena error masih berada dalam jangkauan toleransi yaitu  $\pm 10\%$  artinya alat ini dalam segi akurasi dikatakan baik. Pada grafik persentase *error* terlihat meningkat meskipun nilai errornya hampir sama antara dua titik pengambilan data, hal ini menandakan bahwa semakin kecil *flow rate* maka ketelitiannya akan semakin rendah. Jika dilihat pada grafik standar deviasi terlihat pada pada hasil pengambilan data *sput* 10 ml ini setiap titik pengukuran terlihat konstan hal ini menandakan pada *sput* 10 dorong sput masih belum berat sehingga hasil yang dihasilkan cukup konstan, nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,26 ml, nilai ini dikatakan cukup baik karena semakin kecil nilai standar deviasi maka alat tersebut semakin presisi, presisi yang dimaksud hasil sebaran data menunjukkan nilai yang hampir sama (menunjukkan kecepatan *flow rate* yang stabil) disetiap pengambilan data ke 1-3. Dan apabila dilihat dari nilai rata-rata ketidakpastian sebesar 0,15 ml maka alat ini cukup baik karena nilai ketidakpastiannya cenderung kecil mendekati angka 0, sehingga tingkat faktor kesalahan pengukuran semakin kecil dan menjadikan kualitas pengambilan data semakin baik.

#### **4.3.2 Pengukuran *Flow Rate Bolus Sput* 20 ml**

Pada pengujian alat di parameter *flow rate bolus* dengan pengaturan *flow rate bolus* sebesar 10-100 ml/jam dengan

menggunakan *sprit* ukuran 20 ml menghasilkan hasil sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Data Hasil Pengukuran *Flow Rate Bolus Sprit* 20 ml

Flow Rate Bolus Setting (ml/jam)	Hasil (ml/jam)		
	1	2	3
100	100,28	100,11	100,07
50	50,2	50,2	50,21

### 1. Analisa Data

Setelah dilakukan pengambilan data. Dari data yang didapatkan, penulis melakukan perhitungan terhadap data pengukuran yang telah diambil untuk dapat ditarik analisis data. Hasil perhitungan dari data pengukuran parameter *flow rate bolus* pada *sprit* 20 ml ditunjukkan pada Tabel 4.10 berikut ini.

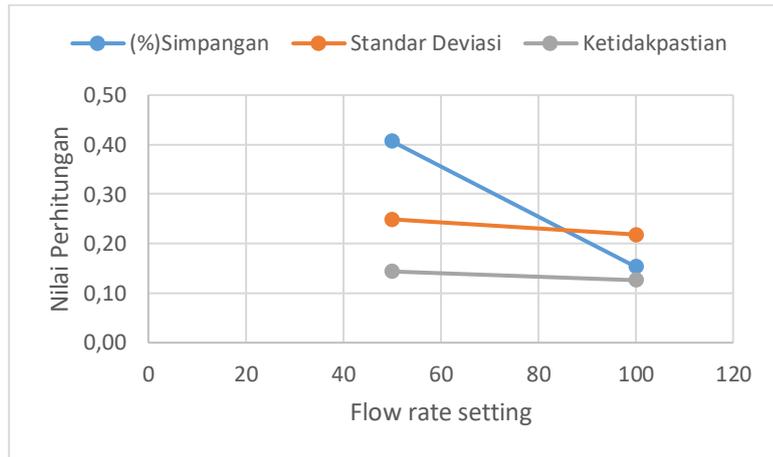
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Data *Flow Rate Bolus Sprit* 20 ml

Flow Rate Bolus Setting (ml/jam)	Rata-rata (ml)	Error	Persentase Error (%)	Standar Deviasi	Ua
100,00	100,15	0,15	0,15	0,22	0,13
50,00	50,20	0,20	0,41	0,25	0,14
	Rata-rata		0,28	0,23	0,13

Tabel diatas merupakan tabel data hasil perhitungan dari hasil pengukuran pada variabel *sprit* 20 ml dengan *flow rate bolus* 100 dan 50 ml/min. Perhitungan nilai pada tabel terdapat pada lembar lampiran.

### 2. Grafik Hasil Pengukuran

Untuk mempermudah pembacaan data, penulis membuat grafik hasil pengukuran pada *sprit* 20 ml yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4. 7 Grafik Pengukuran Mode *Bolus Sput* 20 ml

Hasil pengukuran menghasilkan hasil yang cukup baik, terlihat pada grafik respon setiap titik *setting flow rate bolus*. Jika dilihat dari rata-rata persentase *error* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,28, alat ini dikatakan cukup baik karena error masih berada dalam jangkauan toleransi yaitu  $\pm 10\%$  artinya alat ini dalam segi akurasi dikatakan baik. Pada grafik persentase *error* terlihat meningkat meskipun nilai errornya hampir sama antara dua titik pengambilan data, hal ini menandakan bahwa semakin kecil *flow rate* maka ketelitiannya akan semakin rendah. Jika dilihat pada grafik standar deviasi terlihat pada hasil pengambilan data *sput* 20 ml mengalami penurunan ketika pada kecepatan 100 ml/jam, hal ini disebabkan karena semakin kuat dorongan maka kestabilan dorongan akan semakin baik, dengan kestabilan dorongan maka kecepatan akan semakin konstan, hal ini yang menyebabkan nilai standar deviasi semakin kecil. Nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,23 ml, nilai ini dikatakan cukup baik karena semakin kecil nilai standar deviasi maka alat tersebut

semakin presisi, presisi yang dimaksud hasil sebaran data menunjukkan nilai yang hampir sama (menunjukkan kecepatan *flow rate* yang stabil) disetiap pengambilan data ke 1-3. Dan apabila dilihat dari nilai rata-rata ketidakpastian sebesar 0,13 ml maka alat ini cukup baik karena nilai ketidakpastiannya cenderung kecil mendekati angka 0, sehingga tingkat faktor kesalahan pengukuran semakin kecil dan menjadikan kualitas pengambilan data semakin baik.

#### 4.3.3 Pengukuran *Flow Rate Bolus Sduit 50 ml*

Pada pengujian alat di parameter *flow rate bolus* dengan pengaturan *flow rate bolus* sebesar 10-100 ml/jam dengan menggunakan *sduit* ukuran 50 ml menghasilkan hasil sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11 Data Hasil Pengukuran *Flow Rate Bolus Sduit 50 ml*

Flow Rate Bolus Setting (ml/jam)	Hasil (ml/jam)		
	1	2	3
100	100,22	99,87	100,12
50	50,24	50,12	50,18

#### 1. Analisa Data

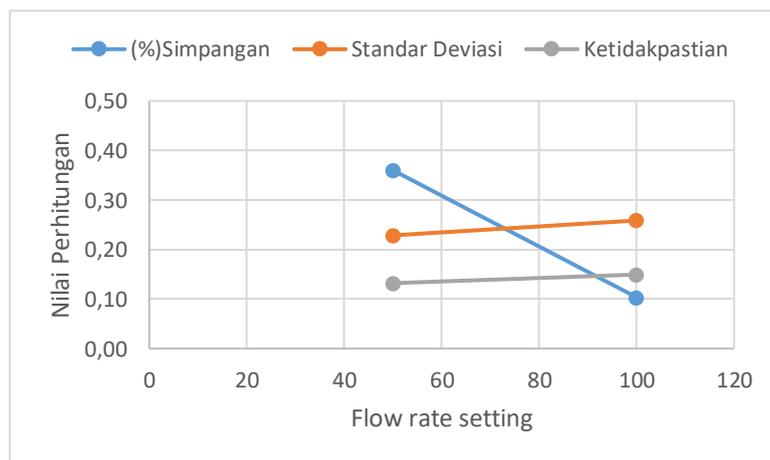
Setelah dilakukan pengambilan data. Dari data yang didapatkan, penulis melakukan perhitungan terhadap data pengukuran yang telah diambil untuk dapat ditarik analisis data. Hasil perhitungan dari data pengukuran parameter *flow rate bolus* pada *sduit* 50 ml ditunjukkan pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Data *Flow Rate Bolus S spuit 50 ml*

Flow Rate Bolus Setting (ml/jam)	Rata-rata	Error	Persentase Error (%)	Standar Deviasi	Ua
100	100,07	0,07	0,07	0,20	0,12
50	50,18	0,18	0,36	0,23	0,13
	Rata-rata		0,22	0,21	0,12

Tabel 4.12 di atas merupakan tabel data hasil perhitungan dari hasil pengukuran pada variabel *spuit 50 ml* dengan *flow rate bolus* 100 dan 50 ml/min. Perhitungan nilai pada tabel terdapat pada lembar lampiran.

## 2. Grafik Hasil Pengukuran



Gambar 4. 8 Grafik Pengukuran Mode *Bolus spuit 50 ml*

Hasil pengukuran menghasilkan hasil yang cukup baik, terlihat pada grafik respon setiap titik *setting flow rate bolus*. Jika dilihat dari rata-rata persentase *error* yang dihasilkan yaitu sebesar 0,22, alat ini dikatakan cukup baik karena error masih berada dalam jangkauan toleransi yaitu  $\pm 10\%$  artinya alat ini dalam segi akurasi dikatakan baik. Pada grafik persentase *error* terlihat meningkat meskipun nilai errornya hampir sama antara dua titik

pengambilan data, hal ini menandakan bahwa semakin kecil *flow rate* maka ketelitiannya akan semakin rendah. Jika dilihat pada grafik standar deviasi terlihat pada pada hasil pengambilan data *sput* 20 ml mengalami penurunan ketika pada kecepatan 100 ml/jam, hal ini disebabkan karena semakin kuat dorongan maka kecepatan kestabilan dorongan akan semakin baik. Nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,21 ml, nilai ini dikatakan cukup baik karena semakin kecil nilai standar deviasi maka alat tersebut semakin presisi, presisi yang dimaksud hasil sebaran data menunjukkan nilai yang hampir sama (menunjukkan kecepatan *flow rate* yang stabil) disetiap pengambilan data ke 1-3. Dan apabila dilihat dari nilai rata-rata ketidakpastian sebesar 0,12 ml maka alat ini cukup baik karena nilai ketidakpastiannya cenderung kecil mendekati angka 0, sehingga tingkat faktor kesalahan pengukuran semakin kecil dan menjadikan kualitas pengambilan data semakin baik.

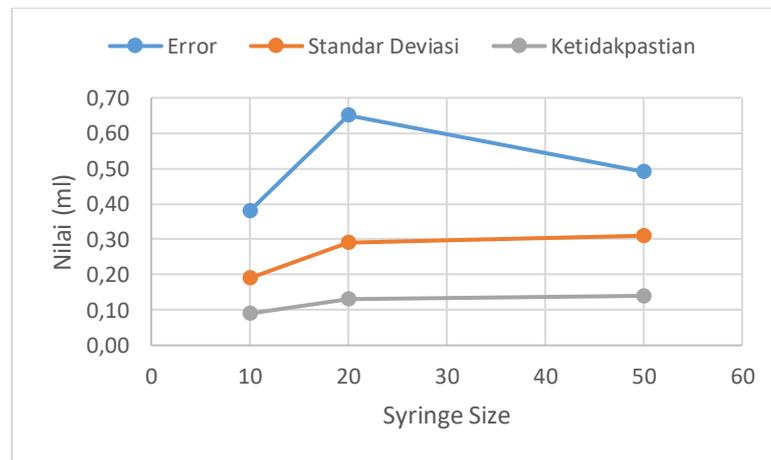
#### 4.4 Akumulasi Seluruh Hasil Pengukuran

Dari pengambilan data pada masing-masing ukuran *sput*, maka hasil pengukuran dapat diakumulasikan pada Tabel 4.13 sebagai berikut.

Syringe size	Rata-rata Error (%)	Rata-rata SD	Rata-rata Ua
10	0,38	0,19	0,09
20	0,65	0,29	0,13
50	0,49	0,31	0,14

#### 4.4.1 Grafik Akumulasi Seluruh Hasil Pengukuran

Dari akumulasi hasil pengukuran pada masing-masing ukuran spuit, penulis membuat grafik untuk memudahkan menganalisa data. Adapun grafik ditunjukkan pada Gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4. 9 Grafik Akumulasi Hasil Pengukuran

#### 4.4.2 Analisa Akumulasi Data Parameter *Flow rate*

Jika dilihat dari grafik diatas terlihat rata-rata error tertinggi berada pada 0,65%, namun tingkat error ini masih dikatakan sangat kecil karena masih jauh dari rentang yang diperbolehkan yaitu  $\pm 10\%$ . Artinya dari segi akurasi, alat masih dikatakan memiliki akurasi yang baik. Dari Segi Standar Deviasi terlihat bahwa grafik mengalami kenaikan seiring besarnya *spuit*. semakin besar spuit yang digunakan maka dorongan spuit akan semakin berat dan berbeda tekanan setiap level spuit. Angka tertinggi hasil pengukuran menunjukkan 0,32 ml, dari nilai ini masih dikatakan sebaran hasil pengukuran masih tergolong merata dan stabil, dengan ini alat dinyatakan mempunyai presisi yang baik. Ketidakpastian akan bernilai mengikuti nilai standar

deviasi, nilai ketidakpastian tertinggi berada pada pengukuran pada *sprit* 50 ml dengan  $U_a$  sebesar 0,14 ml/jam. Hal ini menunjukkan semakin besar *sprit* maka tingkat faktor kesalahannya semakin besar. Dengan nilai ketidakpastian 0,14 ml maka alat ini masih tergolong baik. Semakin kecil nilai ketidakpastian berarti pelaksanaan pengukuran semakin benar/minim faktor kesalahan.

#### 4.5 Akumulasi Pengukuran Target Volume *Flow Rate* 1 ml/jam

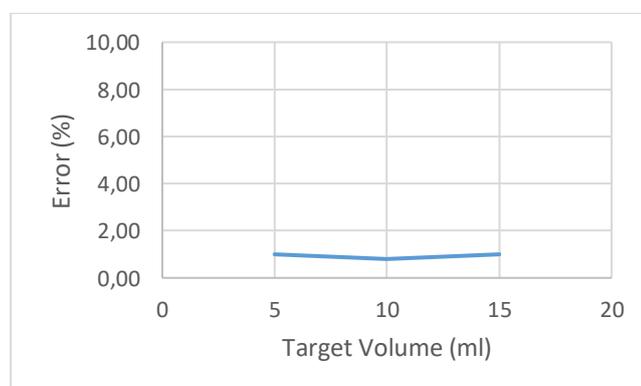
Untuk membuktikan tingkat akurasi, penulis melakukan pengujian target volume dengan setting flow rate terkecil yaitu 1 ml/jam. Adapun hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 4.13 berikut.

Tabel 4. 13 Hasil pengujian Target Volume *Flow rate* 1 ml/jam.

Flow Rate	Set Volume (ml/jam)	hasil (ml)	Error $\pm\%$
1 ml/jam	5	5,05	1,00
1 ml/jam	10	10,08	0,80
1 ml/jam	15	15,15	1,00

##### 4.5.1 Grafik Percobaan Target Volume

Dari target volume, dibuatlah sebuah grafik untuk memudahkan menganalisa data. Adapun grafik ditunjukkan pada Gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4. 10 Grafik Hasil Target Volume

#### 4.5.2 Analisa Data Target Volume

Jika dilihat dari *error* yang didapat, menunjukkan hasil yang hampir sama dengan nilai setting volumenya. *error* yang paling yaitu sebesar 1%. Dengan nilai error 1% yang didapat masih dalam rentang yang diperbolehkan atau dibawah  $\pm 10\%$ . Artinya dalam segi akurasi alat ini dapat dinyatakan cukup baik meskipun pada setting *flow rate* terkecil yaitu 1 ml/jam.