

Available online at [www.jurnal.abulyatama.ac.id/tekniksipil](http://www.jurnal.abulyatama.ac.id/tekniksipil)  
ISSN 2407-9200 (Online)

## Universitas Abulyatama Jurnal Teknik Sipil Unaya



### Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

Akhlada Ummaira<sup>\*1</sup>, Ichsan Syahputra<sup>1</sup>, Muhammad Ridha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

\*Email korespondensi: [almeraa20@gmail.com](mailto:almeraa20@gmail.com)

Diterima; April 2021; Disetujui; Juli 2021; Dipublikasi; Juli 2021

**Abstract:** Water is a natural resource that is very useful in human life. One of the problems that occurred in Kabupaten Aceh Tenggara, precisely in the city of Kutacane and especially in Kecamatan Babussalam, is the reduced water discharge from the Lawe Sikap river which has been the source of water for the Lawe Sikap PDAM Water Treatment Installation. The aim of this research is to find out the existing clean water distribution piping network system, then an effective alternative piping network system will be planned. The method used in this research is secondary from the existing network system. The research of network analysis is using the Pipe Flow Expert program. Evaluation of the existing network using PVC pipe sizes used 4", 8" and 12" diameter, the existing flow velocity is 4.989–7,893 m/sec, exceeds the allowable limit of 3.0–4.5 m/sec and the pressure is still minus. So, the results obtained from the research plan using PVC pipe sizes used are 4", 6", 8" and 12" in diameter. From this research also obtained the results that the flow velocity is 4.004 m/sec and is still within the permitted limit and the pressure is still minus. Based on the results above, it can be concluded that the existing network must be re-planned. The suggestion that the author can give to produce a sufficient pressure is to use a pump system.

**Keywords:** clean water distribution, piping network, pipe flow expert.

**Abstrak:** Air merupakan sumber daya alam dan sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu permasalahan yang terjadi di Kabupaten Aceh Tenggara tepatnya di kota Kutacane dan khususnya di Kecamatan Babussalam adalah berkurangnya debit air dari sungai Lawe Sikap yang selama ini menjadi sumber air untuk Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Lawe Sikap. Tujuan penelitian untuk mengetahui system jaringan perpipaan distribusi air bersih yang ada saat ini kemudian akan direncanakan alternatif jaringan perpipaan distribusi yang efektif. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah data-data sekunder yang dibutuhkan yaitu data jaringan eksisting. Penelitian analisis jaringannya dengan menggunakan program *Pipe Flow Expert*. Evaluasi terhadap jaringan eksisting memakai pipa PVC ukuran yang digunakan diameter 4", 8" dan 12", kecepatan aliran eksisting sebesar 4,989–7,893 m/sec melebihi batas yang diijinkan 3,0–4,5 m/sec dan tekanannya masih minus. Maka, hasil yang diperoleh dari penelitian rencana memakai pipa PVC ukuran yang digunakan berdiameter 4", 6", 8" dan 12". Dari penelitian ini juga diperoleh hasil bahwa kecepatan aliran sebesar 4,004 m/sec dan masih berada batas yang diijinkan dan tekanannya masih minus. Berdasarkan hasil di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa jaringan eksisting harus direncanakan ulang. Saran yang dapat penulis berikan yaitu untuk menghasilkan tekanan yang cukup maka harus menggunakan sistem pompa.

**Kata kunci :** distribusi air bersih, jaringan perpipaan, *pipe flow expert*.

Air merupakan sumber daya alam dan sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Air merupakan kebutuhan utama yang harus dipenuhi dan memiliki banyak kegunaan. Oleh karena itu, ketersediaan air yang terjangkau dan berkelanjutan merupakan bagian terpenting bagi setiap individu. Besarnya kebutuhan air di setiap daerah berbeda-beda dan dapat berubah, hal ini dapat mempengaruhi iklim, kebijakan pembangunan daerah dan masalah lingkungan.

Kabupaten Aceh Tenggara hingga saat ini masih mempunyai banyak sumber air baku yang cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakatnya. Hal ini dapat dibuktikan dengan masih banyaknya titik-titik sumber air dari beberapa sungai dan anak sungai yang tersebar di seluruh kabupaten tersebut, salah satunya adalah sungai Lawe Sikap. Pengelolaan sumber air untuk kebutuhan air bersih di Kabupaten Aceh Tenggara dilakukan oleh perusahaan milik daerah di antara yaitu Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM) Lawe Sikap, PDAM Lawe Harum dan beberapa PDAM lainnya. Namun ketersediaan air tersebut tidak selalu menjadi harapan besar bagi masyarakatnya apabila ada suatu kegiatan tertentu yang dapat mempengaruhi ketersediaan air khususnya untuk kebutuhan air bersih. Salah satu permasalahan yang terjadi di Kabupaten Aceh Tenggara tepatnya di kota Kutacane dan khususnya di Kecamatan Babussalam dengan jumlah penduduk sebanyak 29.828 jiwa adalah berkurangnya debit air dari sungai Lawe Sikap yang selama ini menjadi sumber air untuk Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Lawe Sikap. Hal ini terjadi karena adanya pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga

Minihidro (PLTM) di hulu sungai Lawe Sikap mempengaruhi debit air yang distribusikan ke jaringan pipa air bersih, akhirnya dengan kondisi tersebut maka distribusi air hanya dapat dilakukan secara bergilir. Pendistribusian air bersih dari IPA Lawe Sikap ke jaringan pipa menggunakan sistem gravitasi. Debit air yang didistribusikan sebesar 250.200 m<sup>3</sup>/bulan, jumlah konsumen sebanyak 2.763 rumah namun yang aktif hanya sebanyak 2.461 rumah.

Sehubungan dengan permasalahan berkurangnya debit air yang mempengaruhi pendistribusian air bersih kepada pengguna, maka melalui penelitian tugas akhir ini penulis akan mengetahui kondisi sistem jaringan perpipaan dengan memeriksa kembali sistem perpipaannya menggunakan program *Pipe Flow Expert* dan sekaligus mencoba merancang sistem jaringan perpipaan yang ideal untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dikemukakan di atas.

## KAJIAN PUSTAKA

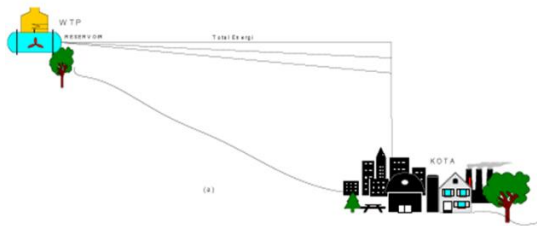
### Sistem Pengaliran

Dalam pendistribusian air bersih terdapat beberapa metode pengaliran. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan system pengaliran tersebut yaitu keadaan topografi, lokasi sumber air baku, perbedaan ketinggian daerah pelayanan, dan faktor-faktor lain perlu diperhatikan. Sistem pengaliran tersebut antara lain, sistem pengaliran dengan memanfaatkan gravitasi.

### Pengaliran secara gravitasi

Sistem pengaliran gravitasi ini dilakukan dengan menggunakan selisih muka tanah, dalam hal ini jika

lokasi wilayah pelayanan lebih rendah dari sumber air atau reservoir. Untuk area pelayanan dengan perbedaan ketinggian yang besar dapat digunakan sistem gravitasi, karena perbedaan ketinggian aliran besar, dapat menggunakan energi pada perbedaan ketinggian, sehingga tidak diperlukan pemompaan.



Gambar 1. Pengaliran secara gravitasi

### Program Pipe Flow Expert

Perkembangan teknologi yang semuanya menggunakan kecanggihan komputer telah memberikan banyak kemudahan dalam industri, salah satunya adalah program komputer untuk menganalisis masalah dalam bidang teknik, karena kompleksitasnya yang tinggi, masalah tersebut tidak memungkinkan dilakukannya analisis secara manual. *Pipe Flow Expert* merupakan salah satu program pemodelan komputasi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik hidrolis sistem jaringan distribusi air minum.

### Jumlah Penduduk Pelanggan Air Bersih

Pertumbuhan populasi dapat dianalisis dengan menggunakan tiga metode di bawah ini, antara lain populasi yang lebih besar pada tahun perencanaan dipilih sebagai populasi yang direncanakan :

Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + (n \cdot q) P_o \quad (1)$$

Metode Geometrik

$$P_n = P_o \cdot (1 + q)^n \quad (2)$$

Metode Eksponnensial

$$P_n = P_o \cdot e^{(n \cdot q)} \quad (3)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun rencana

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun dasar

$n$  = selisih tahun terhadap tahun dasar

$q$  = tingkat perkembangan penduduk

$e$  = bilangan ekpotensial = 2,718282

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Air Bersih dan Standar Kebutuhan Domestik

URAIAN/KRITERIA	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
Konsumsi unit sambungan rumah (SR) (litr/org/hari)	>150	150 – 120	90 – 120	80 – 120	60 – 80
Konsumsi unit hidran umum (HU) (litr/org/hari)	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40
Faktor hari maksimum	1.15 – 1.25 *hari maks	1.15 – 1.25 *hari maks	1.15 – 1.25 *hari maks	1.15 – 1.25 *hari maks	1.15 – 1.25 *hari maks
Faktor jam puncak	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks
Jumlah jiwa per SR (jiwa)	5	5	5	5	5
Jumlah jiwa per HU (jiwa)	100	100	100	100	100
Sisa tekanan di penyedia distribusi (meter)	10	10	10	10	10
Jam operasi (jam)	24	24	24	24	24
Volume reservoir (% max day demand)	15 – 25	15 – 25	15 – 25	15 – 25	15 – 25
SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30

### Kebutuhan Air Bersih pada Suatu Wilayah pada Tahun Rencana

Setelah mengetahui jumlah penduduk rencana ( $P_n$ ) dan jumlah fasilitas ( $F_n$ ) pada tahun yang rencana, maka dapat diketahui kebutuhan air bersih atau debit rencana ( $Q_r$ ) pada suatu wilayah tertentu, yaitu :

$$Q_r = (P_n \cdot q) + (F_n \cdot q) \quad (4)$$

Dimana:

- $Q_r$  = debit rencana (m<sup>3</sup>/det)
- $P_n$  = jumlah penduduk pada tahun rencana
- $q$  = besarnya kebutuhan air (litr/org/hr)
- $F_n$  = jumlah fasilitas pada tahun rencanal

### METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan tahapan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2.

#### Data primer

Data primer yang diambil pada penelitian ini diperoleh dari tinjauan lapangan yang terdiri dari data letak jalur pipa dengan menggunakan peralatan Global Position System (GPS).

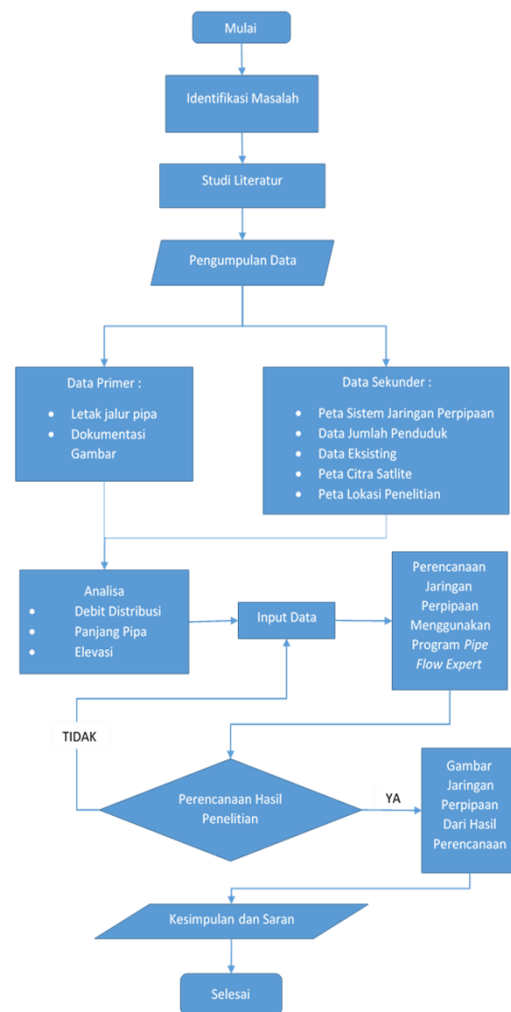
#### Data sekunder

Data sekunder yang diambil pada penelitian ini diperoleh dari beberapa sumber data yang terdiri dari:

1. Peta topografi Kutacane Kabupaten Aceh Tenggara.
2. Peta sistem jaringan perpipaan distribusi air bersih di seluruh Kabupaten Aceh Tenggara dari PDAM Tirta Agara.
3. Data jumlah penduduk yang ada di wilayah pelayanan IPA Lawe Sikap untuk Kecamatan Babussalam, yang diperoleh dari masing-masing kepala kampung.
4. Data jumlah pelanggan yang ada di wilayah pelayanan IPA Lawe Sikap untuk Kecamatan Babussalam, Kecamatan Lawe Bulan dan Kecamatan yang diperoleh dari PDAM Tirta Agara Kabupaten Aceh Tenggara.

5. Data debit distribusi dari IPA Lawe Sikap untuk Kecamatan Babussalam, Kecamatan Lawe Bulan dan Kecamatan yang diperoleh dari PDAM Tirta Agara Kabupaten Aceh Tenggara.

6. Peta citra satelit dengan menggunakan Google Earth. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Aceh Tenggara.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis kebutuhan air sekarang

Kebutuhan air pada PDAM tahun 2019 setiap bulannya adalah 250.200 m<sup>3</sup>/bulan, maka

debit per detik dapat dihitung sebagai berikut.

Debit per detik

$$= \frac{250.200 \frac{m^3}{bulan}}{30 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 0,0986 m^3/sec$$

### Analisis kebutuhan air 10 tahun yang akan datang

Dalam perencanaannya, sistem perpipaan akan direncanakan untuk 10 tahun yang akan datang. Perhitungan kebutuhan air untuk 10 tahun yang akan datang menggunakan data jumlah penduduk pada tahun 2019 adalah 29.828 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk (q) dihitung dengan menggunakan persamaan 2 metode eksponensial. Maka untuk 10 tahun yang akan datang dapat dihitung sebagai berikut.

Jumlah penduduk

$$P_n = P_o \cdot e^{(n \cdot q)}$$

$$P_n = 29.828 \times e^{(10 \times 0,018987)}$$

$$P_n = 36.064,8 \text{ jiwa} \approx 36.065 \text{ jiwa}$$

Untuk jumlah pelanggan 10 tahun yang akan datang dapat dihitung menggunakan tabel 1 sebagai berikut.

$$\text{Jumlah SR} = \text{Jumlah Penduduk} / 5$$

$$= 36.065 / 5$$

$$= 7.213 \text{ unit}$$

Debit air pada tahun 2019 adalah 250.200 m<sup>3</sup>/bulan, besarnya kebutuhan air per orang dalam sehari dapat dihitung

Debit per orang per hari

$$= \frac{250.200 \frac{m^3}{bulan}}{29.828 \times 30 \text{ hari}}$$

$$= 0,2796 m^3/org/hari$$

Debit air pada tahun rencana dihitung

dengan persamaan 4, karena pada PDAM lawe sikap tidak terdapat fasilitas maka nilai Fn dapat diabaikan. Debit tahun rencana dihitung sebagai berikut.

$$Q_r = (P_n \cdot q)$$

$$Q_r = (36.065 \times 0,2796)$$

$$Q_r = 10.083,8 m^3/hari$$

Debit per detik untuk 10 tahun yang akan datang adalah

Debit per detik

$$= \frac{10.084 m^3/hari}{24 \times 60 \times 60} = 0,1167 m^3/sec$$

### Kecepatan aliran Jaringan Rencana

Pada perencanaan jaringan perpipaan ini dilakukan perubahan diameter pipa yang sebelumnya hanya menggunakan pipa diameter 4", 8" dan 12". Sedangkan Rencana menggunakan pipa dengan diameter 4", 6", 8" dan 12" pada pipa yang mengalami permasalahan kecepatan (*Velocity*). Hasil dari perencanaan pipa yang mengalami permasalahan dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Untuk perbandingan kecepatan pada jaringan eksisting, dan jaringan rencana dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik perbedaan kecepatan jaringan eksisting dan jaringan perencanaan

**Tabel 2 . Hasil Analisis Kecepatan**

PIPA	Jenis pipa	Panjang	Kecepatan m/sec Rencana	PIPA	Jenis pipa	Panjang	Kecepatan m/sec Rencana
P1	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P26	PVC.Sch.40.8"	100	3,315
P2	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P27	PVC.Sch.40.8"	65	3,315
P3	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P28	PVC.Sch.40.8"	70	3,315
P4	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P29	PVC.Sch.40.8"	85	3,315
P5	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P30	PVC.Sch.40.8"	160	3,315
P6	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P31	PVC.Sch.40.8"	100	3,312
P7	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P32	PVC.Sch.40.8"	100	3,312
P8	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P33	PVC.Sch.40.8"	90	0,842
P9	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P34	PVC.Sch.40.8"	70	0,842
P10	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P35	PVC.Sch.40.8"	60	0,842
P11	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P36	PVC.Sch.40.8"	150	0,997
P12	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P37	PVC.Sch.40.8"	140	0,997
P13	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P38	PVC.Sch.40.8"	80	0,997
P14	PVC.Sch.40.12"	50	1,49	P39	PVC.Sch.40.8"	100	0,997
P15	PVC.Sch.40.12"	800	1,49	P100	PVC.Sch.40.6"	100	3,95
P16	PVC.Sch.40.12"	70	1,49	P101	PVC.Sch.40.6"	120	3,95
P17	PVC.Sch.40.12"	150	1,49	P102	PVC.Sch.40.6"	100	4,004
P18	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P103	PVC.Sch.40.6"	150	2,609
P19	PVC.Sch.40.12"	100	1,49	P104	PVC.Sch.40.6"	90	2,609
P20	PVC.Sch.40.12"	100	0,012	P105	PVC.Sch.40.6"	70	2,609
P21	PVC.Sch.40.8"	100	3,331	P106	PVC.Sch.40.6"	160	3,682
P22	PVC.Sch.40.8"	120	3,331	P107	PVC.Sch.40.6"	100	3,682
P23	PVC.Sch.40.8"	150	3,321	P108	PVC.Sch.40.6"	90	1,938
P24	PVC.Sch.40.8"	90	3,321	P109	PVC.Sch.40.6"	110	1,938
P25	PVC.Sch.40.8"	50	3,321	P110	PVC.Sch.40.6"	140	1,938

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya mengenai perencanaan sistem perpipaan pada PDAM Lawe sikap menggunakan software pipe flow expert maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Debit air pada PDAM Lawe sikap pada tahun 2019 sebesar 0,0986 m<sup>3</sup>/sec dengan total Panjang seluruh jaringan perpipaan sebesar 16.875 meter.
2. Untuk jumlah pelanggan pada 10 tahun akan datang adalah 7.213 unit dan debit untuk 10 tahun yang akan datang sebesar 0,1167 m<sup>3</sup>/sec.
3. Pengumpulan data dilakukan dengan metode tracking mengikuti jaringan eksisting yang di dapat dari PDAM TIRTA AGARA Kabupaten Aceh Tenggara dan data diolah dengan menggunakan software pipe flow expert.
4. Jaringan perpipaan eksisting banyak bermasalah dengan kecepatan aliran sehingga distribusi air tidak efektif dan tidak sesuai dengan kecepatan ijin maksimum pipa PVC adalah 3 – 4,5 m/s.
5. Permasalahan pada sistem jaringan eksisting

disebabkan oleh ukuran pipa yang tidak sesuai dengan kebutuhannya.

6. Dimensi dan jenis pipa yang digunakan pada analisis jaringan Rencana yaitu pipa PVC dengan diameter 4", 6", 8", dan 12" untuk menggantikan ukuran yang digunakan sebelumnya yaitu 4", 8", dan 12".

7. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa jaringan Rencana lebih baik dari jaringan eksisting karena permasalahan dapat teratasi dengan baik.

### Saran

Setelah melakukan penelitian ini, adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut.

1. Pada jaringan pipa eksisting harus dilakukan perubahan dimensi pipa terhadap pipa yang mengalami permasalahan-permasalahan.
2. Untuk PDAM harus melakukan evaluasi jaringan perpipaan agar kedepannya distribusi air menjadi lebih efektif.
3. Untuk pelayanan yang lebih baik, alangkah baiknya menambahkan sistem pompa dikarenakan gravitasi dari Reservoir tidak dapat menghasilkan tekanan yang cukup ke pipa paling ujung.

### DAFTAR PUSATAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Mahardhika, P. (2018). Evaluasi Instalasi Plumbing Air Bersih RAFTAumah Tipe 42 Menggunakan Pipe Flow Expert Berdasarkan SNI 03-7065-2005 dan

- 
- BS6700. *Jurnal Teknologi Terapan*, 4(1),1-6.
- Nugroho, A.S., Palmiyanto, M.H., Nusantoro, AEB. (2015). Analisa Tekanan Air dengan Metode Pipe Flow Expert untuk Pipa Berdiameter 1",  $\frac{3}{4}$ ", dan  $\frac{1}{2}$ " di Instalasi Pemipaan Perumahan. *Jurnal Teknika ATW*, 8(1), 34-43.
- Nurdiana., Achdi, E., Soemantri, H. (2013). Perancangan Sistem Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Menggunakan Software Pipe Flow Expert untuk Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Pipe Flow Expert, 2010, User Guide.
- Streeter, V.L., and Wylie, E. Benjamin.1993. Mekanika Fluida, Edisi Kedelapan. Jakarta: Erlangga.
- Sularso, Tahap Huruo, 1987, Pompa dan Kompresor, Pradya Paramitha, Jakarta.
- White M Frank, 1994, Mekanika Fluida, Erlangga, Jakarta.
- Wylie Benjamin E, 1994, Mekanika Fluida, Erlangga, Jakarta.