

STUDI PENGENDALIAN LEVEL PADA TANGKI 109 F DI PT PUPUK ISKANDAR MUDA

Tina Marlinda¹, Azhar², Arsy Febrina Dewi³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: tinamarquas1234@gmail.com¹, azhar@pnl.ac.id², arsyfebrinadw@pnl.ac.id³

Abstrak –Pengendalian *level* pada tangki *refrigerant receiver* (61-109-F) adalah untuk mengukur *level fluida* yang ada pada tangki. Pengaturan *level* bukan saja hanya pada tangki tetapi juga pada jumlah *fluida* yang terpakai maupun *fluida* yang masuk kedalam tangki. Set point agar *level* stabil di set pada 40%. Bila *level* pada tangki *refrigerant receiver* diluar 40% maka dapat merusak komponen lain seperti pompa dan pada kondisi ini *level* tidak akan bekerja secara optimal dan bisa mengalami trip yaitu kondisi dimana sistem berhenti beroperasi. Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi dengan cara membuat permodelan matematis pada *plant* untuk mendapatkan fungsi alih dan menggunakan sistem pengendalian PI (*Proporsional Plus Integral*) menggunakan metode *Ziegler-Nichols* dan *Tyreus-Luyben*.

Kata-kata kunci: *Simulasi, Refrigerant Receiver, Ziegler-Nichols, Tyreus-Luyben*

I. PENDAHULUAN

PT Pupuk Iskandar Muda merupakan industri yang menghasilkan pupuk urea, salah satu bahan bakunya adalah *ammonia*. Proses pembuatan *ammonia* melalui beberapa unit tahapan, salah satunya yaitu unit refrigeration system. Pada unit produk *ammonia* yang di hasilkan terdiri dari dua jenis gas *ammonia* yaitu produk dingin dan produk panas.

Sistem pengendalian *level* pada tangki *refrigerant receiver* adalah untuk mengukur *level fluida* yang ada pada tangki. Pengaturan *level* bukan saja hanya pada tangki tetapi juga pada jumlah *fluida* yang terpakai maupun *fluida* yang masuk kedalam tangki tersebut, pengendalian *level* ini menggunakan *control valve* 61-PV-1015 yang bekerja berdasarkan perintah dari beberapa setting *level* yang dibutuhkan dan dikontrol oleh *transmitter*. Nilai setpoint harus dijaga agar tetap stabil, tidak boleh *high* dan tidak boleh *low*. *Set point* agar *level* stabil di set pada 40%. Bila *level* pada tangki *refrigerant receiver* diluar 40% maka dapat merusak komponen lain seperti pompa dan pada kondisi ini *level* tidak akan bekerja secara optimal dan bisa mengalami trip yaitu kondisi dimana sistem berhenti beroperasi.

Untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan tersebut dapat menggunakan sistem kendali yang handal sehingga *level* dapat dijaga sesuai dengan nilai yang telah ditentukan agar proses tetap terjaga dengan baik. Pengendalian *level refrigerant receiver* di PT Pupuk Iskandar Muda menggunakan sistem kendali PI (*Proporsional Plus Integra*). Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan sistematis system kendali yaitu tangki *refrigerant receiver*, *Level transmitter*, dan

control valve. Pengendalian *level* pada tangki *refrigerant receiver* menggunakan metode *Ziegler Nichols* dan *Tyreus-Luyben*, kemudian akan disimulasikan menggunakan *software* matlab.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

Topik penelitian “Perancangan Sistem Pengendalian *Level* Pada Monitoring Produksi Sumur Minyak Dan Gas Dengan Menggunakan Kontroler PID Di PT PERTAMINA EP REGION JAWA, FIELD SUBANG – TAMBUN”. pada penelitian ini, pemilihan mode kontrol PID dengan menggunakan metode *Tyreus-Luyben* dimaksudkan untuk mendapatkan nilai nilai $K_p=4.45$; $T_i=15.56$; dan $T_d=1.11$ yang lebih bagus dari pada menggunakan metode trial and error. Pada aplikasi pengendalian *level liquid* di mpfm, diperoleh karakteristik respon sistem terhadap gangguan step sebagai berikut; $M_p=20\%$; $T_s=40$ detik dan $Ess=1.95\%$. [1]

Topik penelitian “Simulasi Pengendalian *Level* kondensat Pada Tangki Separator D-418 Menggunakan DCS Di Pertamina Hulu Energi”. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses penghasilan pemisahan minyak, air dan gas yang diharapkan oleh produsen pabrik. Pada penelitian ini pengendali PI dihitung menggunakan metode *Ziegler Nichols* diperoleh nilai $K_p = 35,209$, $K_i = 4,610$ dengan SV (*Setpoint Value*) sebanyak 50%. Maka hasil respon yang didapat tinggi permukaan kondensat berada pada *level* 49,450%. [2]

B. Refrigerant receiver (61-109-F)

Refrigerant receiver (61-109-F) berfungsi sebagai penampung kondensat ammonia dari 61-127-C dan sebagian gas dari 61-107-F untuk mencegah ammonia vapor yang terikut ke purge gas dan mengatur temperatur ammonia warm produk ke urea plant. Bentuk fisik dari *Refrigerant receiver* ditunjukkan pada Gambar 1. [3]



Gbr. 1 Refrigerant receiver (61-109-F)

C. Level transmitter (LIC-1015)

Level transmitter adalah suatu alat (sensor) yang digunakan untuk mengukur ketinggian suatu fluida. Untuk mengukur besaran dari suatu proses digunakan alat ukur yang disebut sebagai sensor yaitu bagian yang berhubungan langsung dengan medium yang diukur, *transmitter* kemudian mengubah sinyal yang diterima dari sensor menjadi sinyal standar. *Transmitter* memiliki fungsi sebagai pengirim sinyal, atau ada juga yang mengkonversi besaran yang diinginkan. Sesuai standarnya, besaran listrik berada pada range 4 – 20 mA 0 – 5 Vdc. *Level transmitter* juga dilengkapi dengan rangkaian pengkondisian sinyal, sehingga sinyal keluaran dari sensor tersebut dapat ditransmisikan. Cara mentransmisikan sinyal keluaran tersebut pada umumnya menggunakan kabel. Namun pada beberapa model, sinyal keluaran tersebut ditransmisikan melalui jaringan nirkabel. Bentuk fisik dari *level transmitter* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gbr. 2 Level Transmitter

D. Control valve (LV-1015)

Control valve adalah jenis final control element yang paling umum dipakai untuk sistem pengendalian proses, Sehingga orang cenderung mengartikan *final control element* sebagai *control valve*. *Control valve* hanya akan bekerja di dua posisi, yaitu terbuka penuh atau tertutup penuh. *Control valve*

digunakan untuk mengendalikan tekanan, suhu dan level cairan dengan cara mengubah pembukaan atau penutupan dari katup sesuai dengan *set point* yang ditentukan. Pada loop tertutup, *control valve* merupakan sebuah elemen penggerak akhir (*final element*). Elemen penggerak akhir ini dapat dimanipulasi oleh *controller* sesuai dengan kesalahan *error* dari keluaran plant yang terbaca. Bentuk fisik dari *Control valve* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gbr. 3 Control valve

E. Aksi Kontrol Proporsional plus Integral (PI)

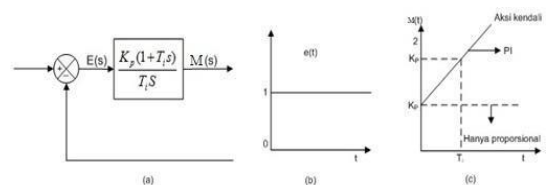
Aksi pengendali *Proporsional Plus Integral* didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \quad (1)$$

Atau fungsi alih kontroler adalah :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) \quad (2)$$

Diagram blok pengendalian *Proporsional Plus Integral*, diagram masukan langkah-unit, dan keluaran pengendali ditunjukkan pada Gambar 4.



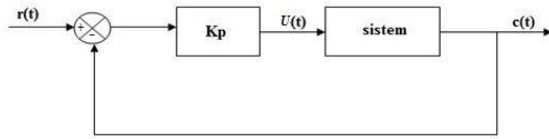
Gbr 4. (a) Diagram Blok Pengendali *Proporsional Plus Integral*, (b) Diagram Masukan Langkah-Unit, (c) Keluaran Pengendali

F. Metode Tuning Zeigler-Nichols

Metode penalaan *Ziegler-Nichols* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Ziegler-Nichols* osilasi. Metode ini berguna untuk sistem yang mempunyai step respon berosilasi terus menerus dengan teratur. Dengan kata lain, sistem berintegrator ($\frac{1}{s}$). Nilai penguatan proporsional pada saat sistem mencapai kondisi beramplitudo tetap *sustain oscillation* disebut penguatan kritis (K_{cr}) yang bernilai sama dengan K_p .

Metode ini dilakukan dengan cara eksperimen dengan memberikan pengendali Proporsional yang disusun secara seri terhadap *plant* pada suatu sistem

loop tertutup seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. [4]



Gbr. 5 Sistem Loop Tertutup dengan Pengendali Proporsional

TABEL I
Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Osilasi

Tipe pengendali	Kp	Ti	Td
P	0,5 Kcr	∞	0
PI	0,45 Kcr	$\frac{1}{1,3}$ Pcr	0
PID	0,6 Kcr	0,5 Pcr	0,125 Pcr

G. Metode Tyreus-Luyben

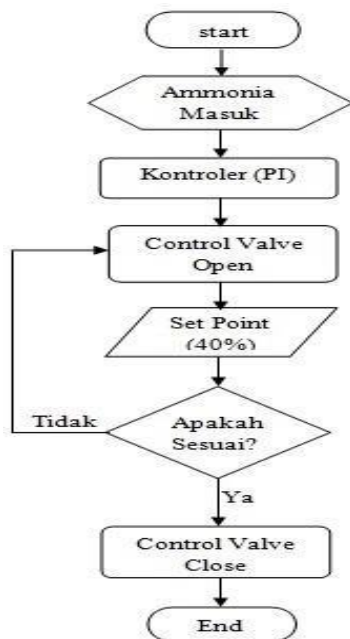
Metode Tyreus-Luyben adalah metode tuning untuk mencapai titik keseimbangan setelah ada gangguan.

TABEL II
Parameter Pengendali Metode Tyreus Luyben

Tipe pengendali	Kp	Ti	Td
PI	$\frac{Kcr}{3,2}$	2,2 Pcr	0
PID	$\frac{Kcr}{2,2}$	2,2 Pcr	$\frac{Pcr}{6,2}$

III. PEMODELAN SISTEM

A. Alur Penelitian



Gbr. 6 Refrigerant receiver (61-109-F)

B. Refrigerant receiver (61-109-F)

Pengendalian level pada Refrigerant Receiver harus dijaga 40% agar tetap stabil. Bila tidak sesuai dengan setpoint maka akan menimbulkan dampak negatif pada tangki Refrigerant Receiver yaitu terjadinya kondisi trip dimana sistem berhenti beroperasi aliran melalui suatu pipa pendek yang menghubungkan dua buah tangki. [3]

Tahanan aliran melalui suatu penghalang didefinisikan sebagai perubahan beda tinggi muka (beda tinggi muka cairan di dua tangki) yang diperlukan untuk menimbulkan suhu satuan perubahan laju aliran. [4]

Tahanan laju aliran (R) didefinisikan sebagai berikut :

$$R = \frac{C}{q} \quad (3)$$

Dimana:

R = Tahanan aliran

C = Kapasitas

q = laju aliran

Tabel III
Data Hasil Observasi

Laju Aliran Dalam Tangki	Laju Aliran Dalam Tangki
144 m ³ /h = 40 kg/s	40%

Untuk fungsi alih tangki Refrigerant receiver dapat dicari menggunakan hubungan volume tangki dengan ketinggian cairan. Dikarenakan bentuk tangki Refrigerant receiver berbentuk horizontal maka luas area untuk setiap ketinggian sama maka fungsi alih pada Refrigerant receiver adalah:

$$\frac{qo(s)}{qi(s)} = \frac{1}{0,079 \times 3,176s + 1}$$

$$\frac{qo(s)}{qi(s)} = \frac{1}{0,250s + 1}$$

C. Permodelan Level transmitter

Model matematis Level transmitter dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$\frac{Pp(s)}{Ip(s)} = \frac{G1}{\tau cs + 1} \quad (4)$$

Dimana:

G1 = Gain Level Transmitter

τc = Time constant transmitter

Fungsi transfer untuk *Level transmitter* adalah:

$$\frac{Pp(s)}{Ip(s)} = \frac{Gl}{\tau cS + 1}$$

$$\frac{Pp(s)}{Ip(s)} = \frac{0,5}{0,3s + 1}$$

D. Permodelan *Control valve*

Control valve yang digunakan berupa *diaphragm control valve* dengan jenis *control valve air to open*. *Control valve* memiliki masukan sinyal berupa arus listrik kemudian diubah menjadi tekanan melalui *I/P Converter* yang mengubah sinyal input 4-20 mA menjadi sinyal pneumatic 0-33 Psi.

Model matematis *control valve* dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$\dot{M}v(s) = \frac{Gcv \times U(s)}{\tau cvS + 1} \tag{5}$$

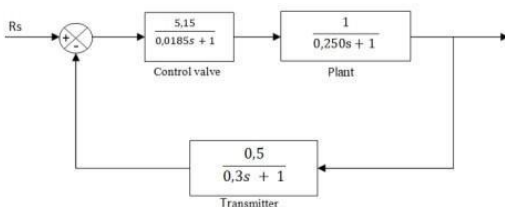
Fungsi transfer untuk *control valve* adalah:

$$\dot{M}v(s) = \frac{2,5 \times 2,06}{0,021s + 1}$$

$$\dot{M}v(s) = \frac{5,15}{0,0185s + 1}$$

E. Blok Diagram Sistem

Setelah pemodelan dilakukan, maka didapatkan fungsi alih atau fungsi transfer dari masing-masing model. Fungsi transfer dari model-model tersebut akan membentuk sebuah diagram blok pengendalian sistem tekanan gas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gbr. 7 Blok Diagram Tanpa Pengendali PI

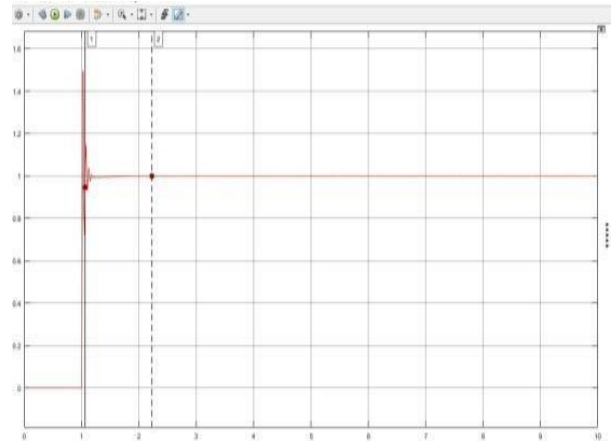
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan merupakan tahap akhir dari penelitian pengendalian *level* pada tangki *refrigerant receiver* (61-109-F) di PT Pupuk Iskandar Muda.

Pengujian akan dilakukan dengan cara mensimulasi pengendalian dengan pengendalian PI (*Proporsional Plus Integral*) menggunakan metode perhitungan setting Ziegler-Nichols dan *Tyresus-Luyben* setelah itu akan disimulasikan dengan pengendalian PI (*Proporsional Plus Integral*). Hal ini bertujuan untuk melihat hasil dari respon tuning tersebut.

A. Pengujian Pengendali PI Menggunakan Metode *Zeigler-Nichols*

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter K_p dan K_i sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Ziegler-Nichols*, dimana nilai $K_p = 14,999$ dan $K_i = 110,286$. Hasil pengujian dari metode *Zeigler-Nichols* ditunjukkan pada Gambar 8.



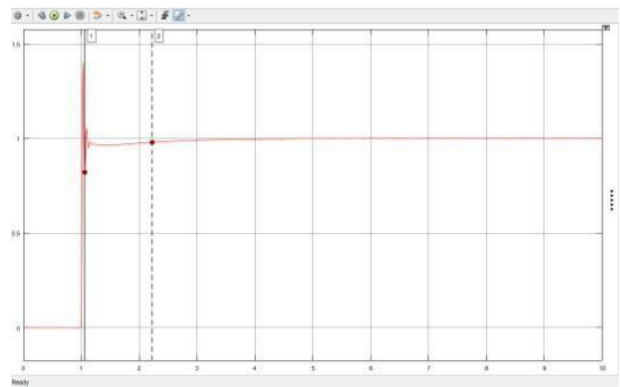
Gbr. 8 Respon Sistem dengan Metode *Zeigler-Nichols*

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah :

- Lewatan Maksimum = 50,7%
- waktu puncak 2,140 detik
- waktu naik 0,851 detik
- waktu penetapan 8,948 detik

B. Pengujian Kendali PI Metode *Tyresus-Luyben*

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter K_p dan K_i sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Tyresus-Luyben* dimana nilai $K_p = 10,416$ dan $K_i = 11,612$. Hasil pengujian dari metode *Tyresus-Luyben* ditunjukkan pada Gambar 9.

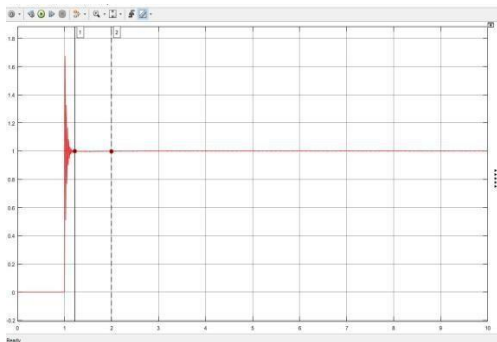


Gbr. 9 Respon Sistem Berdasarkan Metode *Tyresus-Luyben*

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah :Lewatan Maksimum = 40,1%
 waktu puncak = 2,194 detik
 Waktu naik selama 3,047 detik
 Waktu penetapan pada saat 6,589 detik

C. Pengujian Kendali PI PT PIM

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter Kp dan Ki sesuai dengan data yang diperoleh dimana nilai Kp = 60 dan Ki = 200. Hasil pengujian dari sistem dengan pengendalian PI (*Proporsional Plus Integral*) PT PIM ditunjukkan pada Gambar 10.



Gbr. 10 Respon Sistem Pengendalian PI PT PIM

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah :
 Lewatan Maksimum = 67,1%
 waktu puncak = 2,929 detik
 Waktu naik selama 0,582 detik
 Waktu penetapan pada saat 11,204 detik

Tabel IV
 Hasil respon pengendalian Sistem

No	Hasil Performansi Sistem	Metode		PT. PIM
		Zeigler-Nichols	Tyreus-Luyben	
1	Parameter PI	Kp = 14,999 Ki = 110,286	Kp = 10,416 Ki = 11,612	Kp = 60 Ki = 200
2	Maximum Overshoot (%)	50,7%	40,1%	67,1%
3	Rise Time (s)	0,851	3,047	0,582
4	Peak Time (s)	2,140	2,194	2,929
5	Settling Time (Rad/s)	8,948	6,589	11,204

Pengendalian *level* pada *refrigerant receiver* di PT Pupuk Iskandar Muda dimana Kp = 60 Ki = 200 menghasilkan respon yang stabil, nilai parameter Kp Ki tersebut didapatkan berdasarkan sistem kerja alat. Nilai parameter tersebut kemudian disimulasikan dan menghasilkan sistem yang baik, dimana nilai lewatan maksimum (*Maximum*

Overshoot) sebesar 67,1% pada waktu puncak (*Peak Time*) 2,929 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 0,582 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 11,204 detik.

Pada metode *Ziegler-Nichlos*, parameter pengendali PI menghasilkan sistem yang ideal. Performasi yang dihasilkan juga baik, hal ini dapat dilihat dari lewatan maksimum (*overshoot maksimum*) yang terjadi adalah sebesar 50,7% pada waktu puncak (*Peak Time*) 2,140 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 0,851 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 8,948 detik.

Adapun metode *Tyreus-Luyben* dengan parameter pengendali PI yang disimulasikan menggunakan alat bantu *software* MATLAB juga menghasilkan sistem yang baik dan ideal dengan overshoot maksimum sebesar 40,1% pada waktu puncak (*Peak Time*) 2,194 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 3,047 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 6,589 detik. Dari respon sistem terlihat bahwa waktu naik sistem menurun, dengan overshoot yang menjadi lebih kecil, serta kesalahan keadaan tunak dapat diminimalkan.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan alat bantu MATLAB, pengendalian *level* pada *refrigerant receiver* (61-109-F) menggunakan pengendali PI waktu naik dan waktu penetapan menggunakan metode *Ziegler Nichols* lebih cepat dari metode *Tyreus-Luyben*, namun nilai parameter metode *Ziegler Nichols* dan metode *Tyreus-Luyben* tersebut dapat di terapkan pada proses pengendalian *level* pada *refrigerant receiver* (61-109-F) dikarenakan menghasilkan respon yang baik dan ideal.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisis, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Metode perhitungan setting *Ziegler-Nichols* dan *Tyreus-Luyben* untuk pengendali PI (*Proporsional Plus Integra*) merupakan sistem ideal bagi parameter pengendali *level* untuk *refrigerant receiver* (61-109-F) karena memiliki respon yang baik.
2. Dari hasil simulasi, diperoleh hasil pengendali PI menggunakan metode *Zeigler-Nichols* menghasilkan sistem yang baik dimana menghasilkan lewatan maksimum (*maximum overshoot*) %Mp = 50,7%, *Rise Time* sebesar (tr) = 0,851 detik, waktu puncak (tp) = 2,140 detik dan waktu penetapan (ts) = 8,948 detik.

3. Metode *Tyres-Luyben* dengan parameter pengendali PI yang disimulasikan menghasilkan sistem yang ideal dengan overshoot maksimum sebesar 40,1% pada waktu puncak (*Peak Time*) 2,194 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 3,047 detik serta waktu penempatan (*Settling Time*) 6,589 detik.

REFERENSI.

- [1]. Djoko Nusantoro, dkk.(2010). “**Perancangan Sistem Pengendalian Level Pada Monitoring Produksi Sumur Minyak Dan Gas Dengan Menggunakan Kontroler PID Di PT PERTAMINA EP REGION JAWA, FIELD SUBANG – TAMBUN**”. Surabaya
- [2]. Sabarina, Mia. 2017. “**Simulasi Pengendalian Level kondensat Pada Tangki Separator D-418 Menggunakan DCS Di Pertamina Hulu Energi**” (Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe).
- [3]. Tim Penyusun. 2018. “**Standart Operating Procedures Pabrik**”, Urea-2, PT Pupuk Iskandar Muda.
- [4]. Ogata, Katsuhiko. “**Teknik Kontrol Otomatik**”. Terjemahan : Edi Leksono, Jilid1.Jakarta: Erlangga,1996

