

**SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM PEMANAS AIR
PERPADUAN ENERGI SURYA DAN LPG (Liquefied Petroleum
Gases) DENGAN LOGIKA FUZZY**

Oleh :

YUSUF ADHITAMA

F01499067



2003

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

YUSUF ADHITAMA. F01499067. Sistem Kontrol Suhu Pada Sistem Pemanas Air Perpaduan Energi Surya Dan LPG (Liquefied Petroleum Gases) Dengan Logika Fuzzy. 2003. Dibawah bimbingan: I Dewa Made Subrata, Lilik Pujantoro E.N. dan Suroso.

RINGKASAN

Penggunaan air panas sebesar 60 °C dalam proses pengolahan pangan dapat dijumpai dalam pengolahan tanaman lidah buaya sebagai tanaman obat-obatan (herbal medicine) dalam bentuk minuman (dilakukan pada proses perendaman lidah buaya yang sudah dikuliti) (Anonim, 2003) dan pada proses pengolahan limbah menjadi pakan ternak melalui proses fermentasi (bertujuan untuk mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu untuk memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana).

Dalam rangka untuk menghasilkan sumber air panas tersebut, terdapat dua macam sistem pemanasan air, yaitu pemanas air sistem *boiler* (dapat dipakai setiap saat, laju pemanasan yang cepat, dan suhu yang dapat diatur tetapi biaya pemakaian energi dan perawatannya cukup besar) dan pemanas air sistem *solar collector* (energi yang didapat adalah gratis dan dapat disimpan tetapi suhu air yang diinginkan tidak dapat diatur dan mempunyai masalah pada saat kondisi cuaca mendung dan hujan).

Dengan adanya perpaduan dari kedua sistem diatas maka akan timbul suatu masalah, yaitu tidak terkontrolnya suhu air yang keluar sesuai dengan harapan. Hal ini berarti bahwa penggunaan energi tersebut tidak akan menjadi efisien dan suhu air yang keluar akan melampaui batas kewajaran penggunaan air sebagai sumber penyimpan kalor (60 °C). Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan penerapan logika fuzzy sebagai sistem kontrol suhu pada *burner* LPG guna mendapatkan suhu air yang diinginkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan menerapkan logika fuzzy pada sistem kontrol pemanas air perpaduan energi surya dan LPG (Liquefied Petroleum Gases).

Air adalah cairan yang tidak mempunyai warna, rasa, dan bau. Air merupakan komposisi kimia yang dilambangkan dengan H₂O, yang menandakan gabungan antara dua volume hidrogen dan satu volume oksigen. Secara kimia, air yang benar – benar murni jarang sekali ditemukan karena komposisi air yang begitu universal memungkinkan adanya kontaminasi terhadap air tersebut (Sheppard, 1927).

Pengontrolan menggunakan logika fuzzy memiliki sifat relatif lebih adaptif dibandingkan dengan sistem pengontrolan on-off dan PID. Teori fuzzy didasarkan pada penilaian tentang sesuatu yang dinyatakan secara kualitatif.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Instrumentasi dan Kontrol dan Bengkel Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Waktu penelitian berlangsung dari bulan Februari sampai Juni 2003.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PCB (Printed Circuit Board), dioda IN 4148, rangkaian penguat, PCL-812PG, *driver* motor stepper, motor stepper, catu daya stabil, dan air. Peralatan yang digunakan antara lain *solar*



collector dan *gas water heater*, selang air, solder, *project board*, multimeter digital, termometer, dan komputer.

Parameter yang diukur dalam proses pengontrolan adalah: pengkalibrasian sensor dengan cara melakukan pengukuran suhu air secara bertahap dari suhu 27 °C sampai dengan 100 °C dengan interval suhu tiap 1 °C, pengamatan reaksi suhu air dengan cara mengalirkan air dengan debit 1.965 l/menit secara sirkulasi, dan *sampling data* sebagai data input dalam logika fuzzy. Pengukuran suhu dimulai pukul 02.00 selama 24 jam dengan waktu pengontrolan tiap 2 detik.

Prosedur yang digunakan adalah: perancangan dan pembuatan rangkaian transduser dan catu daya, menghubungkan rangkaian transduser ke interface lalu ke komputer dan pembuatan program FLC, pembuatan aktuator dan pengujian sistem kontrol.

Sensor suhu yang digunakan dalam pengontrolan ini adalah sebuah rangkaian sensor dengan dioda IN 4148 yang mempunyai tingkat linieritas tinggi. Pengkalibrasian termometer tersebut menghasilkan nilai regresi linier dengan persamaan $T_{(suhu)} = 20.475 \times V_{(tegangan)} - 1.8247$ dan mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.9998.

Pada awal pengontrolan, dilakukan pembukaan katup gas bersamaan dengan pemantik api didalamnya. Pencapaian suhu set point air terjadi dalam waktu 6 menit. Hal ini disebabkan karena masih adanya air dingin yang tertinggal pada tangki bahan baku sehingga proses pemanasan yang terjadi juga akan lebih lama. Namun waktu pencapaian set point ini masih tergolong cepat karena pengaruh dari debit gas pembakaran sewaktu katup membuka penuh. Hal ini juga didukung oleh adanya debit aliran air sebesar 1.965 l/menit, yang merupakan nilai debit terkecil dari aliran air pada alat *gas water heater* yang masih bisa ditoleransi supaya dapat beroperasi.

Nilai sebaran suhu (error dan beda error) menunjukkan bahwa suhu air yang terjadi ternyata mempunyai nilai yang cukup berfluktuatif. Hal ini selain disebabkan oleh logika kontrol fuzzy juga disebabkan oleh adanya keterbatasan pada motor stepper yang mengatur katup pada *gas water heater* yang mempunyai respon waktu sekitar 1.5 detik. Sehingga waktu yang terjadi selama penundaan pengontrolan (2 detik) dapat menyebabkan perubahan nilai suhu air yang cukup signifikan.

Bukaan katup gas yang terjadi pada siang hari, dimana sistem pemanas yang terdiri dari *solar collector* dan *gas water heater* akan bekerja secara optimal selama tidak ada gangguan cuaca yang cukup berarti. Sedangkan pada malam hari, dimana tidak terdapat sumber energi bagi *solar collector* akan menyebabkan *gas water heater* bekerja sendiri dalam sistem tersebut.

Pengontrolan yang diterapkan pada sistem pemanas perpaduan energi surya dan LPG (Liquefied Petroleum Gases) mampu menekan konsumsi gas sebesar 0.8 kg per hari dengan kapasitas konsumsi gas sebesar 8 kg. Hasil ini memang kurang signifikan mengingat bahwa nilai set point suhu yang dikehendaki sebesar 60 °C yang mendekati suhu 63 °C dimana suhu ini terjadi jika pemanas tidak disertai pengontrolan.

Sistem pengontrolan suhu memerlukan perbaikan pada rangkaian sensor untuk menghindari timbulnya nilai *overshot* tegangan, pengujian dengan simulasi pengontrolan dan perubahan nilai-nilai pada fungsi keanggotaan dan matriks keputusan berdasarkan hubungan antara bukaan katup terhadap tingkat nyala api perlu dikaji lebih jauh lagi agar proses pemanasan dapat berlangsung dengan tingkat konsumsi energi pengontrolan suhu yang lebih efisien.

**SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM PEMANAS AIR
PERPADUAN ENERGI SURYA DAN LPG (Liquefied Petroleum Gases)
DENGAN LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor**

**Oleh :
YUSUF ADHITAMA
F01499067**

**2003
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM PEMANAS AIR
PERPADUAN ENERGI SURYA DAN LPG (Liquefied Petroleum Gases)
DENGAN LOGIKA FUZZY

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh :

YUSUF ADHITAMA

F01499067

Dilahirkan pada tanggal 29 Mei 1981

Di Solo

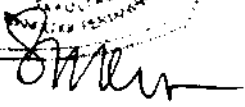
Tanggal Lulus : 27 Agustus 2003

Menyetujui,

Bogor, Agustus 2003


Dr. Ir. Lilik Pujantoro E.N. MAgr.
Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, MAgr.
Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Suroso, MAgr.
Dosen Pembimbing III

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Solo pada tanggal 29 Mei 1981, dari ayah bernama Mohammad Syahli dan ibu bernama Yatmi Susianing, sebagai anak pertama dari empat bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis dimulai di TK Islam Nahdhatul Muslimat (NDM) Surakarta selama 2 tahun 1985-1987. Pada tahun 1987, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah dasar di SD Islam Nahdhatul Muslimat (NDM) Surakarta dan lulus pada tahun 1993. Pada tahun yang sama, penulis diterima di SMP Al-Islam 1 Surakarta. Dari tahun 1996-1999, penulis melanjutkan ke sekolah lanjutan tingkat atas di SMU Negeri 5 Surakarta. Di akhir pendidikan lanjutan tingkat atas ini, penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI), dan pada tahun 1999 diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Selama kuliah di IPB, penulis aktif dalam organisasi eksternal di International Association of Students in Agriculture and Related Sciences (IAAS) Indonesia Local Committee Bogor Agricultural University (LC IPB) dan pada tahun 2002-2003, penulis dipercaya sebagai Executive Secretary IAAS LC IPB. Pada tahun 2001, penulis terpilih sebagai semi-finalis Lomba Karya Inovatif Produktif (LKIP) Tingkat Nasional di bidang penelitian. Juga pada tahun 2002 penulis mendapat kesempatan sebagai semi-finalis Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Tingkat Nasional di bidang Penerapan Teknologi. Dari tahun 2002-2003, penulis terpilih sebagai penerima beasiswa ICAC (International Community Activity Center) for Students Leadership Development Program.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, pencipta semesta alam, segala yang ada di langit dan di bumi. Berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini berjudul : **Sistem Kontrol Suhu Pada Sistem Pemanas Air Perpaduan Energi Surya Dan LPG (Liquefied Petroleum Gases) dengan Logika Fuzzy**. Berisi tentang bagaimana cara membuat dan melakukan suatu sistem pengontrolan suhu air pada sistem pemanas air perpaduan energi surya dan LPG dengan logika fuzzy. Dimana sistem kontrol tersebut terdiri dari : sensor suhu, aktuator berupa motor stepper dan *driver*-nya, interface PCL-812PG, komputer dan sistem pemanas air perpaduan energi surya dan LPG.

Dengan segala ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tuaku dan adik-adikku tercinta yang selalu memberi dukungan yang tak ternilai harganya.
2. Keluarga M. Djunaedi, Keluarga Sragen dan Keluarga Kauman.
3. Bapak Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, MAgr. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan selama studi.
4. Bapak Dr. Ir. Lilik P.E.N., MAgr. sebagai Dosen Pembimbing kedua.
5. Bapak Dr. Ir. Suroso, MAgr. sebagai Dosen Pembimbing ketiga.
6. Fery Halim sebagai teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Rekan-rekan TEP 36 yang telah banyak memberikan inspirasi dan motivasi selama studi.
8. Pihak-pihak yang telah membantu kelancaran penulis dalam penyusunan skripsi.

Penulis berharap agar laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi semua pihak yang membaca laporan ini pada umumnya. Segala saran dan kritik yang sifatnya akan selalu penulis nantikan.

Bogor, Agustus 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Karakteristik Air Dan Sifatnya	3
B. Sistem Kontrol Suhu	4
C. Sistem Logika Fuzzy	6
D. Kontrol Berbasis Komputer	9
III. PENDEKATAN DESAIN	11
A. Desain Fungsional	11
B. Desain Struktural	12
IV. METODOLOGI PENELITIAN	16
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	16
B. Bahan Dan Peralatan	16
C. Parameter Yang Diukur	16
D. Algoritma Fuzzy	17
E. Alur Proses Penelitian	21

V. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Sensor Suhu	23
B. Reaksi Suhu Air	25
C. Pengontrolan Dengan Logika Fuzzy	26
D. Konsumsi Energi Gas LPG	29
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat – sifat fisik senyawa air	3
Tabel 2. Matriks keputusan ordo 7 x 7	8
Tabel 3. Matriks keputusan ordo 3 x 3	20

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Sistem kontrol loop terbuka	5
Gambar 2. Sistem kontrol loop tertutup	5
Gambar 3. Fungsi keanggotaan segitiga dengan 7 label.	7
Gambar 4. Interface sebagai jembatan komunikasi	9
Gambar 5. <i>Connector 1</i> pada PCL-812PG	14
Gambar 6. <i>Connector 3</i> pada PCL-812PG	14
Gambar 7. Rangkaian catu daya pada sensor suhu	15
Gambar 8. Rangkaian catu daya pada motor stepper	15
Gambar 9. Fungsi keanggotaan error	17
Gambar 10. Fungsi keanggotaan beda error	18
Gambar 11. Penentuan derajat keanggotaan	18
Gambar 12. Derajat keanggotaan error	19
Gambar 13. Derajat keanggotaan beda error	19
Gambar 14. Langkah-langkah penelitian	22
Gambar 15. Hubungan antara suhu pada termometer standard dan ukur	24
Gambar 16. Hubungan antara suhu air dan tegangan pada sensor suhu	24
Gambar 17. Hubungan antara suhu air dan waktu pada <i>gas water heater</i> pada kondisi bukaan katup penuh (80 °)	25
Gambar 18. Suhu air selama waktu pengontrolan 24 jam dengan perbesaran pada menit 1 – 11 pada set point 60 °C	27
Gambar 19. Error suhu selama waktu pengontrolan 24 jam dengan perbesaran pada menit 1- 11 pada set point 60 °C	27

Gambar 20. Beda error suhu selama waktu pengontrolan 24 jam dengan
perbesaran pada menit 1 - 11 pada set point 60 °C 28

Gambar 21. Kondisi katup pada *gas water heater* selama waktu pengontrolan
24 jam pada set point 60 °C dimulai pukul 02.00 (4 Mei 2003) 29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rangkaian sensor suhu dengan dioda IN 4148	33
Lampiran 2. Rangkaian driver motor stepper	34
Lampiran 3. Data kalibrasi termometer standar, termometer ukur dan sensor suhu	35
Lampiran 4. Hubungan kecepatan suhu air dan waktu pada <i>gas water heater</i>	36
Lampiran 5. Diagram alir algoritma fuzzy	37
Lampiran 6. Program Delphi untuk Kendali Logika Fuzzy	40
Lampiran 7. Data pengontrolan sistem pemanas air	46
Lampiran 8. Desain sistem kontrol suhu pada sistem pemanas air	68
Lampiran 9. Rangkaian sensor dan driver motor stepper	69
Lampiran 10. <i>Solar collector</i> dan unit komputer beserta interface.....	70
Lampiran 11. Tangki air panas beserta peletakan sensor suhu	71
Lampiran 12. Tangki air bahan baku dan <i>gas water heater</i>	72
Lampiran 13. Motor stepper dan kondisi nyala api <i>gas water heater</i>	73

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air adalah sumber kehidupan yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Selain dari proses metabolisme tubuh manusia yang mengandung air hampir 80 %, air juga penting dalam pemanfaatannya sebagai media untuk mencuci, mandi, dan melakukan proses pengolahan pangan seperti perebusan, pengkukusan. Oleh karenanya, ketersediaan air merupakan hal yang sangat vital bagi kehidupan manusia.

Penggunaan air panas sebesar 60 °C dalam proses pengolahan pangan dapat dijumpai dalam pengolahan tanaman lidah buaya sebagai tanaman obat-obatan (herbal medicine) dalam bentuk minuman (dilakukan pada proses perendaman lidah buaya yang sudah dikuliti) (Anonim, 2003) dan pada proses pengolahan limbah menjadi pakan ternak melalui proses fermentasi (bertujuan untuk mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu untuk memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana).

Dewasa ini pemanfaatan air sebagai media penghangat ataupun sebagai penyimpan kalor telah banyak mengalami perkembangan. Sebagai contoh, yaitu alat yang dapat memanaskan air ada dua macam, yaitu sistem *boiler* dan sistem *solar collector*. Kedua alat ini masing – masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Mesin pemanas air sistem *boiler* mempunyai kelebihan diantaranya dapat dipakai setiap saat, laju pemanasan yang cepat, dan suhu yang dapat diatur. Kekurangan yang didapat dari alat ini adalah biaya pemakaian energi dan perawatannya yang cukup besar. Mesin pemanas air sistem *solar collector* memanfaatkan panas dari cahaya matahari di siang hari dan menyimpannya untuk kemudian dipakai di malam hari. Kelebihan dari alat ini adalah energi yang didapat adalah gratis dan dapat disimpan. Sedangkan kelemahan alat ini adalah suhu air yang diinginkan tidak dapat diatur, dan mempunyai masalah pada saat kondisi cuaca mendung dan hujan.

Dengan adanya perpaduan dari kedua sistem diatas maka akan timbul suatu masalah, yaitu tidak terkontrolnya suhu air yang keluar sesuai dengan harapan. Hal ini berarti bahwa penggunaan energi tersebut tidak akan menjadi

efisien dan suhu air yang keluar akan melampaui batas kewajaran penggunaan air sebagai sumber penyimpan kalor (60°C). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang akan menerapkan logika fuzzy sebagai sistem kontrol suhu pada *burner* LPG guna mendapatkan suhu air yang diinginkan.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan menerapkan logika fuzzy pada sistem kontrol pemanas air perpaduan energi surya dan LPG (Liquefied Petroleum Gases).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Air Dan Sifatnya

Air adalah cairan yang tidak mempunyai warna, rasa, dan bau. Air merupakan komposisi kimia yang dilambangkan dengan H_2O , yang menandakan gabungan antara dua volume hidrogen dan satu volume oksigen. Secara kimia, air yang benar – benar murni jarang sekali ditemukan karena komposisi air yang begitu universal memungkinkan adanya kontaminasi terhadap air tersebut (Sheppard, 1927).

Berdasarkan data termodinamika, telah ditentukan bahwa nilai kalor dari pembentukan air dalam bentuk gas dari gas hidrogen dan oksigen sebesar 57.8 kcal/mol. Karena kalor disosiasi dari gas hidrogen dan gas oksigen masing-masing sebesar 103.4 kcal/mol dan 118.2 kcal/mol, maka energi ikatan untuk setiap ikatan O-H adalah setengah dari penjumlahan $57.8 + 103.4 + 59.1$ atau sebesar 110.2 kcal / mol (Samuel, 1965).

Tabel 1. Sifat – sifat fisik senyawa air (Samuel, 1965)

Sifat	Nilai	Satuan	Keterangan
Berat molekul (pada skala ^{12}C)	18.015		
Titik leleh, T_m	0.00	$^{\circ}C$	Dorsey (1940)
Titik tripel, T_{tr}	0.001	$^{\circ}C$	Dorsey (1940)
Suhu pada kerapatan maks, T_d	3.98	$^{\circ}C$	Dorsey (1940)
Titik didih, T_b	100.0	$^{\circ}C$	Dorsey (1940)
Suhu kritis	374.15	$^{\circ}C$	Dorsey (1940)
Kerapatan pada T_m	0.9164	gram / cm^3	Lonsdale (1958)
Volume molekul			
Padat pada T_m	19.66	cm^3 / mol	Lonsdale (1958)
Cair pada T_m	18.018	cm^3 / mol	Dorsey (1940)
Cair pada T_d	18.016	cm^3 / mol	Dorsey (1940)
Cair pada $25^{\circ}C$	18.069	cm^3 / mol	Dorsey (1940)
Koefisien muai panas			
Padat pada T_m	1.39×10^{-4}	/ $^{\circ}C$	Lonsdale (1958)
Cair pada T_m	5.9×10^{-5}	/ $^{\circ}C$	
Cair pada $25^{\circ}C$	26.2×10^{-5}	/ $^{\circ}C$	
Koefisien muai volume pada T_m	11×10^{-5}	/ $^{\circ}C$	Lonsdale (1958)
Kompresibilitas pada $25^{\circ}C$	4.5×10^{-5}	/ atm	Dorsey (1940)
Parameter Grafik Kristalisasi pada $0^{\circ}C$			
A	4.5135	Å	Megaw (1934)

B	7.3521	Å	Megaw (1934)
c / a	1.629	Å	Megaw (1934)
Panjang ikatan atom hidrogen	2.765	Å	Pimentel dan Mc-Clellan (1960)
Koefisien Kondensasi Air mendekati 0°C Air mendekati 43°C Es diantara -13°C dan -20°C	0.042 0.027 0.0144		Delaney et al. (1964) Delaney et al. (1964) Delaney et al. (1964)
Momen dipol Diukur dalam larutan benzena pada suhu ruang	1.76	satuan Debye	Muller (1934)
Diukur dalam uap air pada suhu 100°C sampai 200°C	1.84	satuan Debye	Groves dan Sugden (1935)
Konstanta dielektrik pada 25°C	78.304		Malmberg (1958)
Indeks bias, n_D^{20}	1.3326		Kirschenbaum (1951)
Kemampuan polaritas uap air pada 100°C	58.5	cm ³ / mol	Landolt and Bornstein (1959)
Viskositas pada 25°C	0.895	cp	Dirian (1962)
Tegangan permukaan pada 25°C	71.97	dyne / cm	Dorsey (1940)

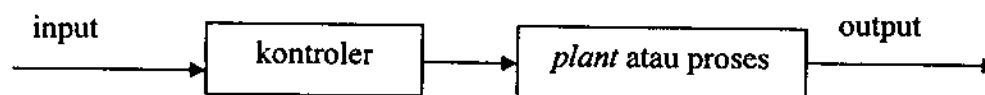
B. Sistem Kontrol Suhu

1. Prinsip Sistem Kontrol

Terdapat dua macam sistem kontrol yang umum digunakan , yaitu sistem kontrol loop terbuka dan sistem kontrol loop tertutup.

a. Sistem kontrol loop terbuka

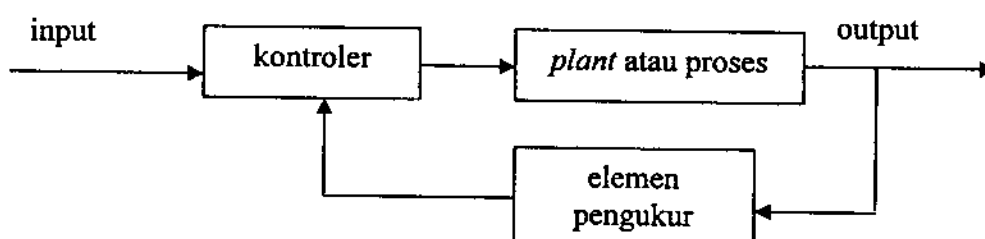
Sistem kontrol loop terbuka merupakan suatu sistem kontrol dimana output dari sistem tidak dapat mempengaruhi kerja dari aksi kontrol. Dalam hal ini output tersebut tidak diumpankan sebagai pembanding terhadap input. Sehingga tiap-tiap input yang digunakan dari sistem hanya mengacu pada kondisi operasi yang tetap (tidak dapat berubah-ubah). Keakuratan dari sistem kontrol loop terbuka ini sangat bergantung pada kalibrasi alat. Akibatnya, sistem hanya akan dapat bekerja dengan baik jika pada waktu pengkalibrasian alat tersebut telah diketahui hubungan antara input dan output dari sistem itu sendiri (Ogata, 1970).



Gambar 1. Sistem kontrol loop terbuka.

b. Sistem kontrol loop tertutup

Sistem kontrol loop tertutup merupakan suatu sistem kontrol dimana sinyal output dari sistem mempengaruhi kerja dari aksi kontrol. Dalam hal ini sistem kontrol loop tertutup adalah sistem kontrol *feedback* (sinyal output digunakan kembali sebagai input dari aksi kontrol berikutnya).



Gambar 2. Sistem kontrol loop tertutup.

Kelebihan dari sistem kontrol loop tertutup ini adalah pada penggunaan *feedback* yang menyebabkan sistem mampu merespon dengan akurat beberapa gangguan baik dari luar sistem.

2. Jenis-jenis Aksi Kontrol

Sistem kontrol loop tertutup salah satu diantaranya adalah **kontrol on-off** yang menerapkan mekanisme nyala/mati dari keluaran kontroler. Adanya umpan balik dari output ke kontroler berpengaruh langsung terhadap aksi kontrol.

Sistem kontrol dengan umpan balik pemantauan yang sinyal pengontrolannya proporsional terhadap kesalahan disebut sistem kontrol *proporsional*. Adanya selisih waktu dalam hampir semua sistem tidak memungkinkan sistem itu mereset variabel terkontrol kedalam nilai yang diinginkan setelah muncul gangguan yang berakibat timbulnya pelemahan (offset). Hal ini dapat diatasi dengan mempercepat sinyal kontrol, aksi ini disebut reset atau kontrol *integral*. Reaksi akhir yang berupa aksi kontrol dengan kesalahan berkeadaan tetap dapat dicapai dengan mengkombinasikan

aksi kontrol proporsional dan integral dengan *derivatifnya* dan menghasilkan sistem kontrol PID (Proporsional Integral Derivatif).

Selain dari kedua jenis aksi kontrol tersebut diatas, terdapat **Kontrol Logika Fuzzy (KLF)** yang mulai berkembang penerapannya di Indonesia. Teknik logika fuzzy ini mempunyai sifat yang lebih adaptif dibandingkan dengan kedua jenis tersebut. Sehingga KLF mulai banyak digunakan sebagai alternatif baru dalam sistem pengontrolan khususnya di bidang pertanian.

C. Sistem Logika Fuzzy

1. Teori dan Himpunan Fuzzy

Pemikiran tentang himpunan fuzzy dikemukakan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 yang kemudian berkembang menjadi teori himpunan fuzzy dan dilanjutkan dengan pemikiran mengenai logika fuzzy. Setahun kemudian Lotfi A. Zadeh mencetuskan logika fuzzy yang didasarkan pada ketidakpastian batas antara suatu kriteria dengan kriteria lainnya yang disebabkan adanya penilaian manusia terhadap sesuatu secara kualitatif, misalnya ungkapan mobil bagus, udara panas dan lain sebagainya yang seringkali menimbulkan ketidakpastian batasan antara satu kriteria dengan kriteria lainnya. Hal inilah yang menjadi dasar adanya teori fuzzy.

Konsep himpunan fuzzy merupakan dasar dari sistem logika fuzzy. Himpunan fuzzy tersebut akan memetakan kriteria – kriteria kualitatif terhadap fungsi keanggotaan. Dengan demikian setiap kriteria kualitatif dalam himpunan fuzzy mempunyai fungsi keanggotaan (μ). Fungsi keanggotaan dari kriteria kualitatif dalam himpunan fuzzy mempunyai selang nilai antara 0.0 – 1.0. Bila x anggota himpunan fuzzy, maka $\mu(x)$ merupakan derajat keanggotaan atau fungsi dari x , bisa juga disebut sebagai tingkat kecocokan atau kesesuaian konsep yang dipresentasikan oleh himpunan fuzzy.

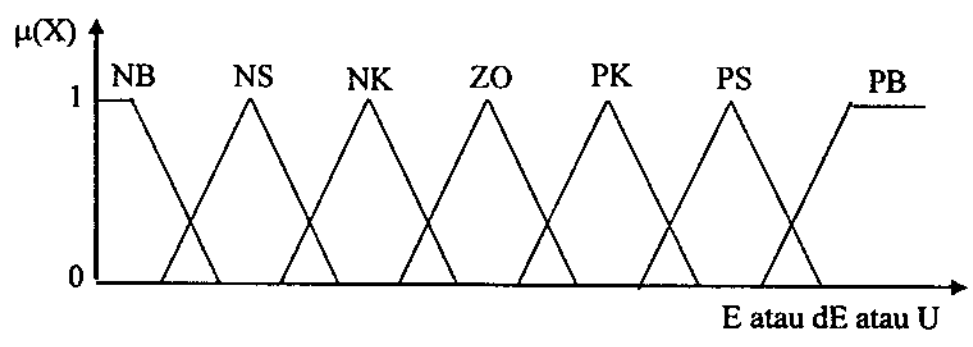
Jika ada gugus universal X yang merupakan superset dari semua gugus yang ada, maka untuk sembarang gugus A secara implisit diasumsikan bahwa $A \subset X$. Dalam hal ini $a \in A$ berimplikasi $a \in X$. Keanggotaan himpunan A dalam gugus universal X bisa dinyatakan dalam derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan yang bernilai 1 menyatakan bahwa anggota

himpunan tersebut merupakan anggota A, sedangkan derajat keanggotaan yang bernilai 0 menyatakan bahwa himpunan tersebut bukan anggota A, tetapi masih merupakan anggota gugus universal X. Sebagai contoh, bila gugus universal $X = \{1,2,3,4\}$ dan himpunan $A = \{2,3\}$, maka dengan menyatakan himpunan A dalam keanggotaan diperoleh $A = \{1/0, 2/1, 3/1, 4/0\}$. Sehingga 2 dan 3 merupakan anggota A karena derajat keanggotaan bernilai 1 sedangkan 1 dan 4 bukan anggota A karena derajat keanggotaan bernilai 0. Dengan kata lain, himpunan fuzzy A ditulis sebagai fungsi : $\mu_A(X) : x \rightarrow [0,1]$, dimana x merupakan himpunan semesta.

Sejauh ini derajat keanggotaan hanya mempunyai dua kemungkinan, yaitu 1 dan 0, atau keanggotaan hanya dinyatakan dalam anggota dan bukan anggota. Pada tahun 1976, L.A. Zadeh memperkenalkan gugus fuzzy (fuzzy set) dengan ketentuan jika : $A = \{x \mid \mu_A(X)\}$ maka $0 \leq \mu_A(X) \leq 1$. Hal ini membuktikan bahwa nilai fungsi keanggotaan A dalam gugus universal X bisa bernilai 0,1 dan nilai – nilai diantaranya. Sebagai contoh, apabila diketahui gugus universal $X = \{a,b\}$, maka himpunan A bisa merupakan himpunan dengan fungsi keanggotaan $\{a/0.2, b/0.9, /0.4\}$, atau $B = \{a/0.4, b/0.1, cc/0.5\}$. Terlihat bahwa derajat keanggotaan a pada gugus A adalah 0.2 dan 0.4 pada gugus B dalam gugus universal X.

2. Kontrol Logika Fuzzy

Proses fuzzifikasi merupakan proses penentuan fungsi keanggotaan dari kriteria kualitatif suatu anggota himpunan fuzzy, yaitu dengan menggunakan fungsi segitiga.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan segitiga dengan 7 label.

Fungsi keanggotaan segitiga terdiri dari sumbu horizontal, sumbu vertikal dan label. Sumbu horizontal menunjukkan nilai error (E), beda error (dE), dan atau nilai kualitatif dari keluaran (U). Sedangkan sumbu vertikal menunjukkan derajat keanggotaan dari nilai error dan beda error yang nilainya berselang 0 – 1. Fungsi keanggotaan segitiga dan derajat keanggotaan dapat dilihat pada Gambar 3.

Selanjutnya dibuat matriks keputusan sebagai aturan kontrol yang sesuai dengan kombinasi error dan beda error. Matriks keputusan tersebut akan menentukan nilai keluaran (U) tergantung nilai error dan beda error. Matriks keputusan akan mempunyai nilai yang berbeda untuk setiap sistem yang berbeda. Salah satu bentuk matriks keputusan untuk suatu sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks keputusan ordo 7 x 7

	NB	NS	NK	ZO	PK	PS	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NS	NK	ZO
NS	NB	NB	NB	NS	NK	ZO	PK
NK	NB	NB	NS	NK	ZO	PK	PS
ZO	NB	NS	NK	ZO	PK	PS	PB
PK	NS	NK	ZO	PK	PS	PB	PB
PS	NK	ZO	PK	PS	PB	PB	PB
PB	ZO	PK	PS	PB	PB	PB	PB

Matriks keputusan dan kombinasi nilai error dan beda error berpengaruh pada nilai kualitatif keluaran (U). Nilai kualitatif keluaran akan diproses lagi sehingga menjadi keluaran kuantitatif yang diperoleh dengan proses defuzzifikasi.

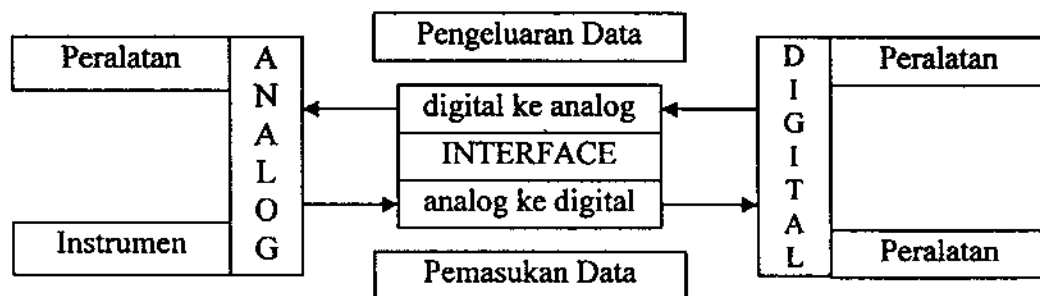
Proses defuzzifikasi merupakan proses penerjemah kembali keluaran (U) ke dalam bentuk nilai kuantitatif untuk mendapatkan keluaran numerik (U_n), pemetaan dari ruang aksi kontrol fuzzy yang ditentukan, meliputi himpunan semesta keluaran (output universe of discourse) ke ruang aksi kontrol crisp (non fuzzy). Strategi ini ditujukan untuk menghasilkan suatu aksi kontrol non fuzzy yang paling tepat dalam mempresentasikan kemungkinan

distribusi aksi kontrol fuzzy yang telah dihitung. Metode defuzzifikasi dilakukan dengan memberikan pembobot pada setiap keluaran.

D. Kontrol Berbasis Komputer

Penggunaan komputer saat ini banyak menitikberatkan pada perangkat lunak (software) dan masih jarang pemanfaatannya sebagai perangkat keras (hardware). Sebagai hardware, komputer mempunyai kemampuan untuk berhubungan dengan dunia luar. Berbagai peralatan (peripheral) dapat berhubungan dengan komputer seperti disk drive, monitor, dan printer sebagai pelengkap komputer selama ini, yang lebih dikenal dengan teknik *interface*.

Interfacing adalah hubungan antar muka yang menjembatani dunia luar dengan mikrokomputer. Hubungan ini terdiri dari *Analog to Digital Converter* (ADC) yang berfungsi untuk merubah besaran analog yang dihasilkan unit sensor menjadi besaran digital yang dapat dibaca oleh komputer dan *Digital to Analog Converter* (DAC) yang berfungsi untuk mengkonversi data digital dari mikrokomputer menjadi data analog. Data kontrol dari DAC ini selanjutnya diterima oleh aktuator sebagai penggerak peralatan luar yang dihubungkan ke sistem komputer.



Gambar 4. Interface sebagai jembatan komunikasi.

Dalam proses interfacing, peralatan interface ini dapat berfungsi sebagai penerjemah. Interface dibuat dalam rangkaian berbentuk card yang dipasang pada salah satu slot di CPU komputer yang telah tersedia dan belum dipergunakan. Karena terdapat beberapa slot, maka digunakan port I/O (Input/Output) dengan memanfaatkan alamat yang kosong pada komputer, untuk membedakan pengalamatan antara slot yang satu dengan slot yang lain.

Berdasarkan spesifikasinya, produk card interface yang dapat digunakan antara lain : PC LabCard, menetapkan standar untuk semua driver, sehingga dapat digunakan pada parameter dan fungsi yang sama dengan terlebih dahulu dibuat dalam bentuk suatu program. Pemrograman untuk pengoperasian PC LabCard diantaranya dapat menggunakan bahasa BASIC, Pascal, Bahasa C atau bahasa tingkat tinggi lainnya. Program ini selanjutnya dapat dipergunakan oleh beberapa type dari PC LabCard.





III. PENDEKATAN DESAIN

A. Desain Fungsional

Sistem kontrol suhu ini berfungsi untuk mendapatkan suhu set point yang besarnya 60°C. Sistem kontrol ini didesain berdasarkan prinsip logika fuzzy yang berbasis komputer.

1. Sensor Suhu

Sensor yang digunakan adalah dioda IN 4148 yang memiliki tingkat linieritas tinggi dan konstanta waktu yang rendah. Sebagai sensor, dioda ini mampu mengukur suhu dengan kisaran -50 °C sampai 200°C yang ditentukan berdasarkan tegangan yang dihasilkan dengan penurunan sekitar 2 mV setiap 1°C. Suhu yang diukur sebagai data kalibrasi yaitu 27 – 100°C dengan kisaran tegangan yang dihasilkan sebagai masukan data ke PCL-812PG adalah 0-5 Volt. Keluaran dari tegangan sensor kemudian diumpankan ke rangkaian penguat. Fungsi dari rangkaian penguat yaitu untuk mendapatkan keluaran yang mantap dan sepadan dengan besaran yang diukur.

2. Interface

Interface adalah peralatan yang berfungsi untuk menjembatani komunikasi antara komputer dengan peralatan luar. Besaran analog yang dihasilkan oleh peralatan luar harus dapat dipahami oleh komputer yang hanya mengerti bahasa digital. Besaran analog perlu terlebih dahulu dirubah menjadi besaran digital sebelum dimasukkan ke dalam komputer. Dan besaran digital yang dikeluarkan oleh komputer sebelum digunakan oleh peralatan luar perlu dialirkan melalui rangkaian, yaitu interface.

3. Komputer

Fungsi dari komputer adalah sebagai kontroler. Dalam pengontrolannya dilengkapi dengan perangkat lunak bahasa pemrograman untuk operasi pembacaan informasi instrumen. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Borland Delphi 6.

Komputer akan membaca nilai digital yang dihasilkan ADC. Besaran digital tersebut akan diproses dan akan dibandingkan nilainya dengan referensi yang diberikan, sehingga akan didapatkan nilai aksi kontrol yang seharusnya diberikan. Tegangan digital yang dikirim melalui unit digital output interface digunakan untuk mengendalikan atau menggerakkan aktuator.

4. Aktuator

Aktuator yang menerima data analog hasil proses dari interface berfungsi memberikan aksi pada alat terkontrol, yaitu motor stepper yang akan mengatur katup bukaan gas pada *burner* LPG.

Cluley (1985) menerangkan bahwa motor stepper mampu mengganti beberapa kekurangan dari motor DC konvensional yang tidak akurat dalam kontrol posisi sehingga relatif susah jika digunakan dalam sistem kontrol tertutup. Beberapa keuntungan dari motor stepper adalah ketelitiannya yang mampu mencapai 1.8° per fase sehingga sangat membantu dalam sistem kontrol yang membutuhkan ketelitian posisi dari suatu pengontrol. Dalam hal ini adalah katup gas pada *gas water heater* yang memerlukan ketepatan dalam bukaanya, terlebih lagi pada keadaan menutup penuh. Hal ini diharapkan agar sewaktu katup menutup, tidak menyebabkan nyala api pemantik atau sumber menjadi padam. Akibatnya akan sangat mengganggu sistem kontrol yang digunakan.

5. Catu Daya Stabil

Unit ini berfungsi sebagai sumber tegangan stabil untuk semua komponen elektronik. Catu daya stabil yang digunakan adalah 0V, +15 V dan +18 V.

B. Desain Struktural

1. Sensor Suhu

Pada gambar rangkaian yang terdapat pada Lampiran 1 dapat dilihat beberapa prinsip kerja dari sensor ini. IC 723 berfungsi untuk menstabilkan tegangan sumber dan IC 3900 mempunyai fungsi sebagai penguat arus. R1

dihubungkan terhadap tegangan acuan (V_{ref}) dan arus konstan akan mengalir melalui resistor ini. Op-Amp akan menyesuaikan outputnya sendiri, sehingga arus yang sama akan mengalir menuju masukan pembalik (Inv) dan arus yang lewat pada sensor suhu (D1) akan tetap. Hal ini sangat diperlukan mengingat dioda relatif sensitif terhadap perubahan arus yang mengalir dimana tegangan sumber hanya mempunyai resistansi yang terbatas. Perubahan ini akan mengakibatkan ketidaktepatan dalam penerjemahan perubahan tegangan sebagai suhu.

Tegangan keluaran pada pin 4 akan setara dengan tegangan pada masukan pembalik ditambah dengan tegangan yang melewati dioda (tergantung suhu). C3 mempertahankan osilasi.

2. Interface

Interface yang digunakan adalah PCL-812PG. Bagian-bagian yang digunakan dalam interface ini adalah ADC dan digital I/O. Pada dasarnya prinsip operasi dari interface adalah mengubah data dan informasi analog dari instrumen menjadi informasi digital, yang dilakukan oleh bagian ADC. Informasi dimasukkan ke bagian input-output dari interface, untuk dilakukan pengaturan secara otomatis sebelum dimasukkan ke dalam memori komputer. Kemudian nilainya akan diubah oleh komputer, nilai tersebut akan dibandingkan dengan referensi yang diberikan.

Pada interface ini, yang digunakan adalah *connector 1* yang berfungsi sebagai jalur input analog dari tegangan sensor suhu. Juga digunakan *connector 3* yang berfungsi sebagai jalur output digital untuk mengendalikan motor stepper pada *gas water heater*. Output digital tersebut terlebih dahulu diumpankan ke *driver* motor stepper agar arus yang dihasilkan sesuai dengan arus kerja dari motor stepper itu sendiri. Gambar untuk *connector 1* dan *3* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Sedangkan untuk gambar rangkaian *driver* motor stepper dapat dilihat pada Lampiran 2.

A/D 0	1	2	A. GND
A/D 1	3	4	A. GND
A/D 2	5	6	A. GND
A/D 3	7	8	A. GND
A/D 4	9	10	A. GND
A/D 5	11	12	A. GND
A/D 6	13	14	A. GND
A/D 7	15	16	A. GND
A/D 8	17	18	A. GND
A/D 9	19	20	A. GND

Gambar 5. Connector 1 pada PCL-812PG.

D/O 0	1	2	D/O 1
D/O 2	3	4	D/O 3
D/O 4	5	6	D/O 5
D/O 6	7	8	D/O 7
D/O 8	9	10	D/O 9
D/O 10	11	12	D/O 11
D/O 12	13	14	D/O 13
D/O 14	15	16	D/O 15
D. GND	17	18	D. GND
+ 5V	19	20	+ 12 V

Gambar 6. Connector 3 pada PCL-812PG.

3. Komputer

Komputer yang digunakan adalah Hewlett Packard dengan processor Intel Pentium II dengan RAM 32 Mbyte dan kecepatan prosesor 16 MHz. Ketentuan untuk keperluan hubungan dengan peralatan luar digunakan alamat dalam batas 300-31F heksadesimal, yaitu alamat yang disediakan untuk kartu

2. Reaksi suhu air

Pengukuran ini dimaksudkan untuk melihat karakteristik kecepatan reaksi suhu air sebelum pengontrolan. Dengan demikian, hasil dari pengukuran ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam membuat desain algoritma fuzzy untuk pengontrolan.

Pengukuran ini dilakukan dengan cara mengalirkan air dengan debit 1.965 l/menit secara sirkulasi. Kondisi ini dilakukan tanpa melibatkan adanya *solar collector* mengingat bahwa suhu air akan menjadi kurang stabil akibat perbedaan intensitas radiasi sewaktu pengukuran.

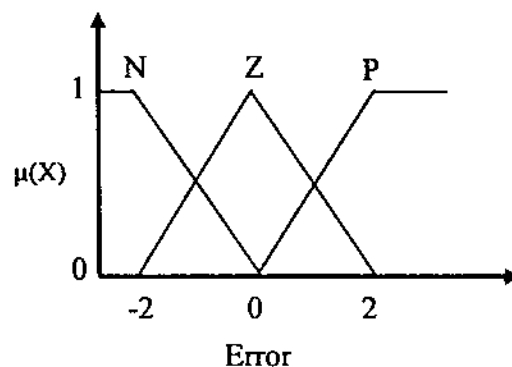
3. Sampling data

Dalam aksi pengontrolan diperlukan nilai suhu air sebagai data input dalam logika fuzzy. Dalam hal ini adalah suhu air di tangki penyimpanan air panas. Pengukuran suhu dimulai pukul 02.00 selama 24 jam dengan waktu pengontrolan tiap 2 detik dan waktu pengambilan sampling tiap 1 menit.

D. Algoritma Fuzzy

Besaran yang berpengaruh pada sistem kontrol fuzzy ialah error (E) yang merupakan selisih antara set point dengan suhu aktual, dan beda error (dE) yang merupakan selisih antara error dengan error sebelumnya. Pada sistem kontrol fuzzy diharapkan bahwa keluaran tidak memiliki lewatan (overshot) dan waktu yang seminimal mungkin untuk mencapai set point.

Bagan alir dari algoritma fuzzy ini dapat dilihat jelas pada Lampiran 5 pada tahap fuzzifikasi setiap variabel numerik dicari harga linguistik dan derajat keanggotaannya.



Gambar 9. Fungsi keanggotaan error.

Contoh :

Misal pada suhu set point 60°C , suhu terukur pada saat itu 59.82°C dan suhu terukur sebelumnya 60.58°C , maka diperoleh :

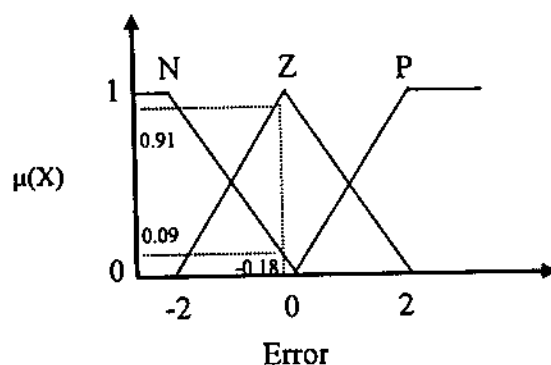
- $\text{Error} = 59.82 - 60 = -0.18$
- $\text{Beda error} = (59.82 - 60) - (60.58 - 60) = -0.76$

Dari Gambar 9 terlihat bahwa error terletak pada himpunan bagian N (Negatif) sebesar -2 dan Z (nul) sebesar 0 . Sedangkan beda error terletak pada himpunan bagian N (Negatif) sebesar -1 dan Z (nul) sebesar 0 .

Dengan memasukkan nilai error ke persamaan (3), diperoleh derajat keanggotaan sebesar :

- $\mu_{N_e} = 0.09$ dan $\mu_{Z_e} = 0.91$

Apabila ditunjukkan dengan gambar adalah sebagai berikut :

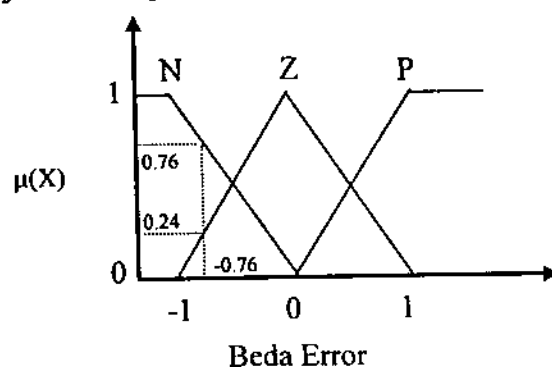


Gambar 12. Derajat keanggotaan error.

Dengan memasukkan nilai beda error ke persamaan (3), diperoleh derajat keanggotaan beda error sebesar :

- $\mu_{N_{de}} = 0.76$ dan $\mu_{Z_{de}} = 0.24$

Apabila ditunjukkan dengan gambar adalah sebagai berikut :



Gambar 13. Derajat keanggotaan beda error.

Pembuatan strategi pengontrolan dilakukan dengan membuat matriks keputusan yang memerlukan penalaran dan pengalaman dari seorang operator. Matriks keputusan merupakan pasangan situasi dan aksi seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. Matriks keputusan ordo 3 x 3

		Beda Error		
		N	Z	P
Error	N	80	80	80
	Z	80	0	0
	P	0	0	0

Defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan pembobotan terhadap derajat keanggotaan absolut dari setiap label dengan derajat keanggotaan yang diperoleh. Hal ini disebut dengan metode *centroid* (composite moment), yang memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- Nilai defuzzy akan bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu topologi himpunan fuzzy ke topologi berikutnya juga akan berjalan dengan halus.
- Mudah dihitung.

Berdasarkan pada matriks keputusan diatas, maka dapat dilakukan perhitungan defuzzifikasi sebagai berikut :

$$\bullet \mu(N_e, N_{de}) = 0.0684$$

$$\bullet \mu(N_e, Z_{de}) = 0.0216$$

$$\bullet \mu(Z_e, N_{de}) = 0.6916$$

$$\bullet \mu(Z_e, Z_{de}) = 0.2184$$

dimana matriks untuk masing-masing aturan adalah :

$$\bullet \text{matriks}(N_e, N_{de}) = 80$$

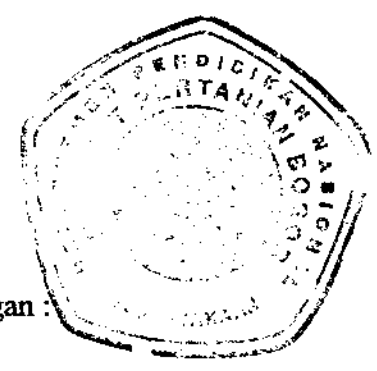
$$\bullet \text{matriks}(N_e, Z_{de}) = 80$$

$$\bullet \text{matriks}(Z_e, N_{de}) = 80$$

$$\bullet \text{matriks}(Z_e, Z_{de}) = 0$$

Kemudian dengan fungsi *Maximum Grade*, yang berfungsi untuk menghasilkan nilai terbesar dalam suatu kelompok matriks yang sama, didapatkan nilai μ yang baru :

- $\mu(N_e, N_{de}) = 0$ pada matriks $(N_e, N_{de}) = 80$
- $\mu(N_e, Z_{de}) = 0$ pada matriks $(N_e, Z_{de}) = 80$
- $\mu(Z_e, N_{de}) = 0.6916$ pada matriks $(Z_e, N_{de}) = 80$
- $\mu(Z_e, Z_{de}) = 0.2184$ pada matriks $(Z_e, Z_{de}) = 0$



Akhirnya nilai aksi kontrol (U) dapat dicari melalui perhitungan :

$$U = \frac{(80 \times 0) + (80 \times 0) + (80 \times 0.6916) + (0 \times 0.2184)}{(0 + 0 + 0.6916 + 0.2184)}$$

$$U = 60.8$$

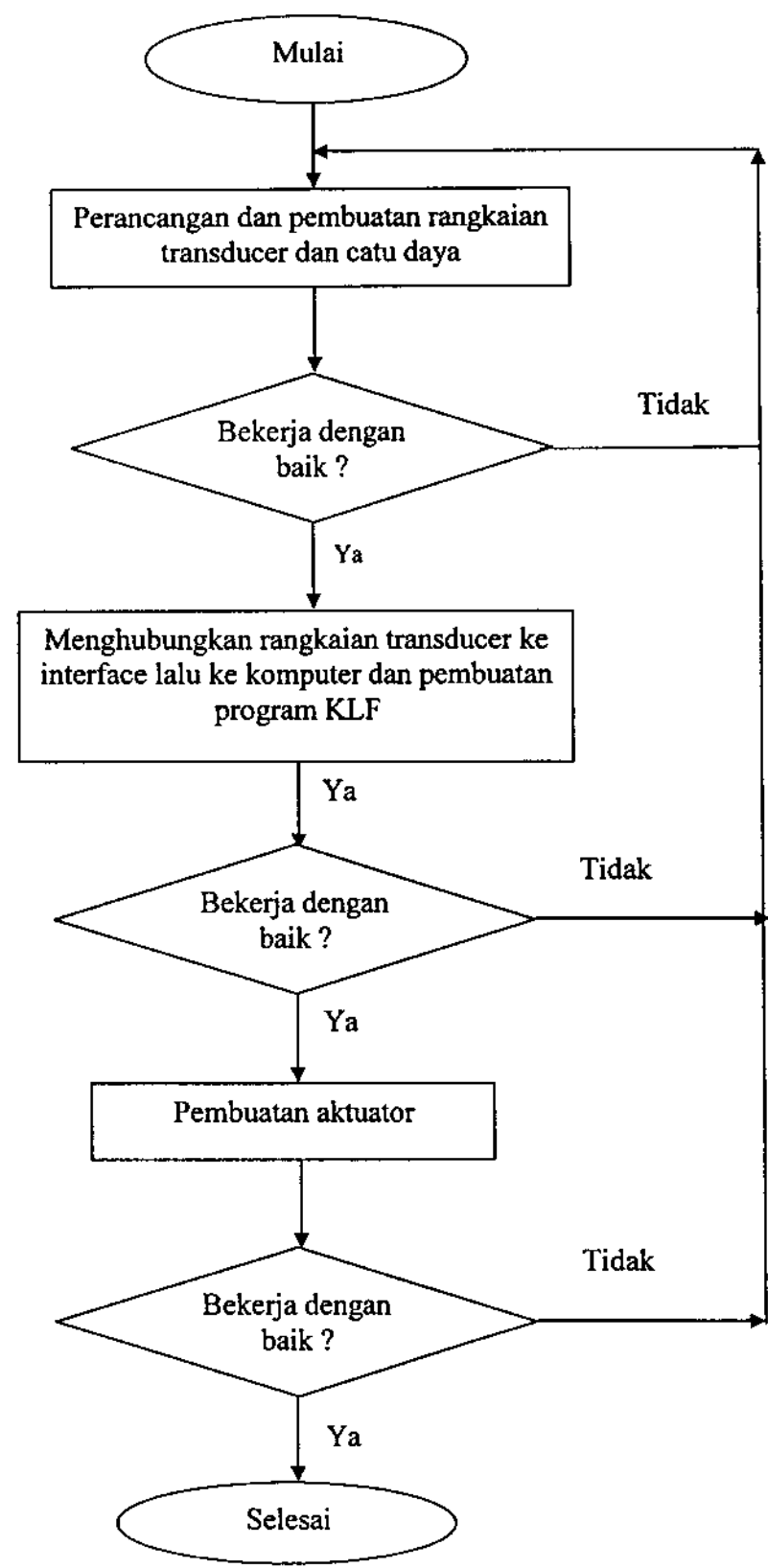
Nilai aksi kontrol (U) tersebut kemudian dirubah dalam bentuk on-off , yang mempunyai syarat, yaitu :

- IF "0 <= U <= 40" THEN "katup membuka penuh (80)"
- IF "40 < U <= 80" THEN "katup menutup penuh (0)"

Sehingga dengan kondisi tersebut akan menyebabkan katup untuk merespon pada suhu aktual 59.82 °C yang suhu sebelumnya 60.58 °C untuk membuka penuh.

E. Alur Proses Penelitian

Alur proses penelitian dimulai pada tahap perancangan dan pembuatan rangkaian transducer dengan sensor dioda IN 4148 dan unit catu daya, kemudian pada tahap berikutnya akan dilakukan penggabungan rangkaian tersebut ke dalam interface, yaitu PCL-812PG dan unit komputer. Keberhasilan dari tahap ini kemudian akan dilanjutkan dengan pembuatan program Kendali Logika Fuzzy (KLF) untuk proses pengontrolan melalui software Borland Delphi 6.0. Selanjutnya akan dilakukan pembuatan aktuator berupa motor stepper dan *driver*-nya yang akan meneruskan nilai keluaran dari kontroler. Tahap berikutnya adalah dengan melakukan pengujian sistem kontrol tersebut pada sistem pemanas air perpaduan energi surya dan LPG dan melakukan beberapa pengamatan serta pengukuran yang dibutuhkan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Langkah-langkah penelitian.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan dalam pengontrolan ini adalah sebuah rangkaian sensor dengan dioda IN 4148 yang mempunyai tingkat linieritas tinggi. Penggunaan sensor ini terlebih dahulu dikalibrasikan dengan termometer yang sebelumnya juga telah dikalibrasi dengan termometer standar.

Penggunaan catu daya yang stabil merupakan faktor penting dalam ketelitian sensor. Hal ini berfungsi untuk menghindari nilai *overshot* yang terlalu tinggi pada hasil pengukuran sehingga akan menyebabkan pengontrolan menjadi tidak sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Pengkalibrasian termometer menghasilkan nilai regresi linier dengan persamaan $y = 0.9673x + 1.9652$ dan mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.9991. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 15, sedangkan pada pengkalibrasian antara suhu dan tegangan keluaran sensor akan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut :

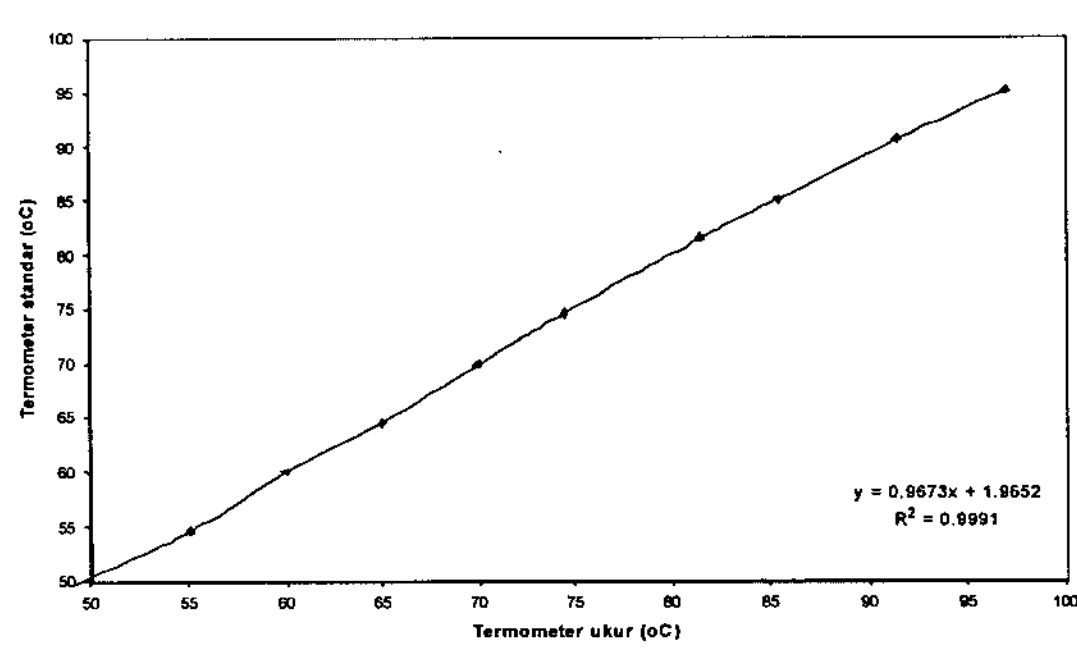
$$T = 20.475 \times V - 1.8247 \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

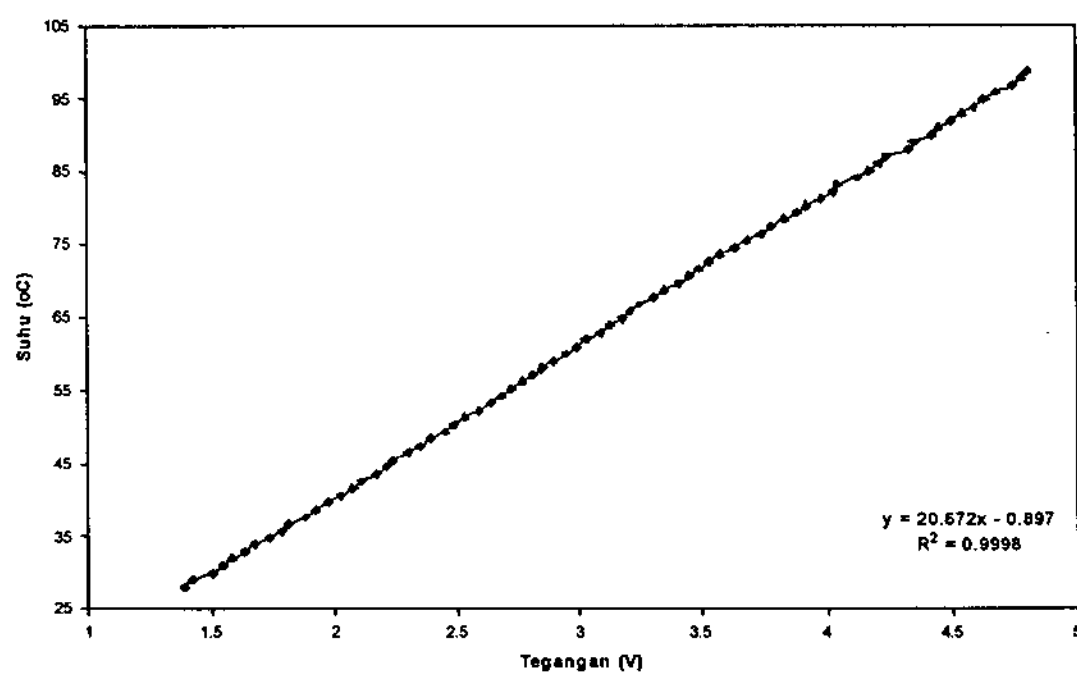
T = suhu yang terukur oleh sensor ($^{\circ}\text{C}$)

V = tegangan keluaran dari sensor (Volt)

Persamaan tersebut digunakan sebagai data masukan pada komputer untuk menghitung nilai error suhu dan beda error yang selanjutnya akan diterjemahkan melalui logika fuzzy untuk mengetahui aksi pengontrolan yang tepat pada sistem pemanas. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang ditunjukkan berharga 0.9998 yang berarti bahwa hubungan antara suhu dan tegangannya adalah linier. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 16.



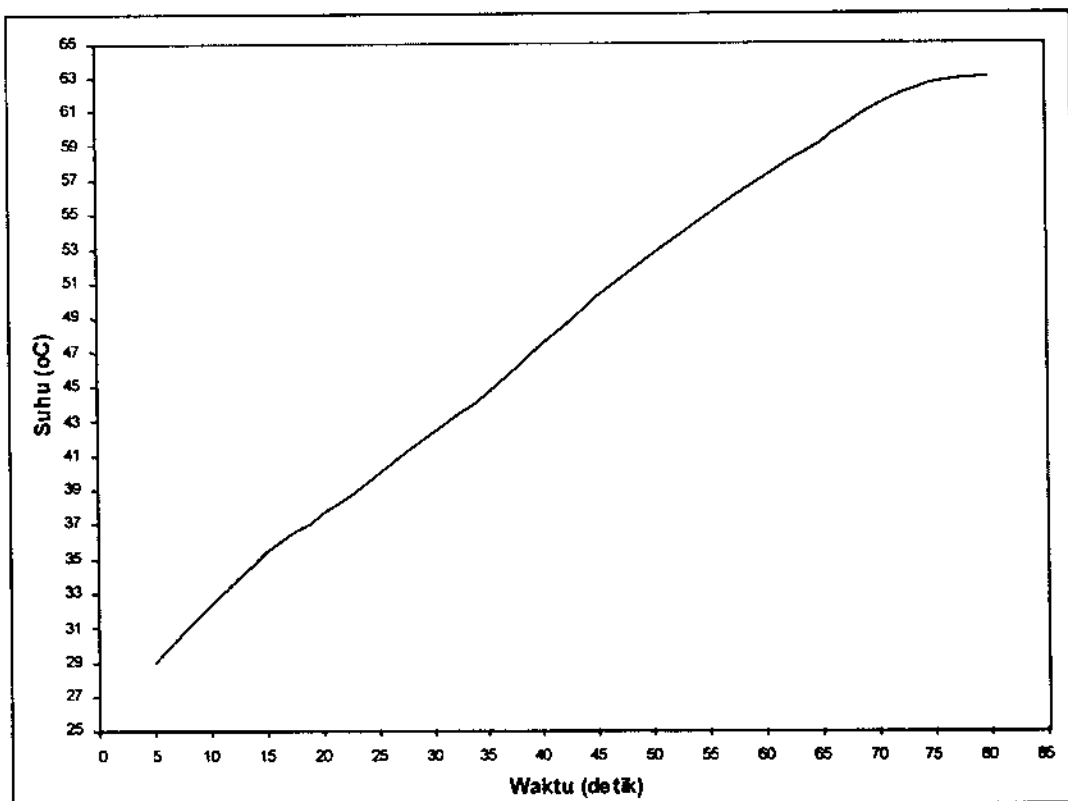
Gambar 15. Hubungan antara suhu pada termometer standard dan ukur.



Gambar 16. Hubungan antara suhu air dan tegangan pada sensor suhu.

B. Reaksi Suhu Air

Pada Gambar 17 dapat dilihat bahwa nilai perubahan suhu air yang terjadi di dalam *gas water heater* pada bukaan penuh (80°) dapat terjadi dalam waktu yang singkat, sehingga dalam teknik pengontrolan fuzzy digunakan nilai toleransi error suhu dan beda error suhu yang cukup besar pula. Untuk error suhu diberikan pembatasan nilai sebesar $\pm 2^\circ\text{C}$ sedangkan untuk nilai beda error suhu yang terjadi diberikan batasan sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$ per satuan waktu pengontrolan. Debit aliran air yang diberikan sebesar 1.965 l/menit dan dilakukan dengan sirkulasi tertutup, sedangkan input suhu air awal sebesar 29°C .



Gambar 17. Hubungan antara suhu air dan waktu pada *gas water heater* pada kondisi bukaan katup penuh (80°).

Pada perlakuan suhu terhadap air juga didapatkan bahwa nilai suhu maksimum yang terjadi akan berlanjut konstan ketika air sudah mencapai suhu 63°C . Lama pemanasan yang dibutuhkan untuk mencapai suhu konstan ini sebesar 80 detik atau 1.3 menit. Perlakuan ini dilakukan pada malam hari atau ketika sistem pemanas hanya mengandalkan pemanas *gas water heater*.

Berbeda dengan siang hari ketika *solar collector* dapat berfungsi dengan baik sehingga nilai maksimum suhu air yang terjadi dapat melebihi 63 °C.

C. Pengontrolan Dengan Logika Fuzzy

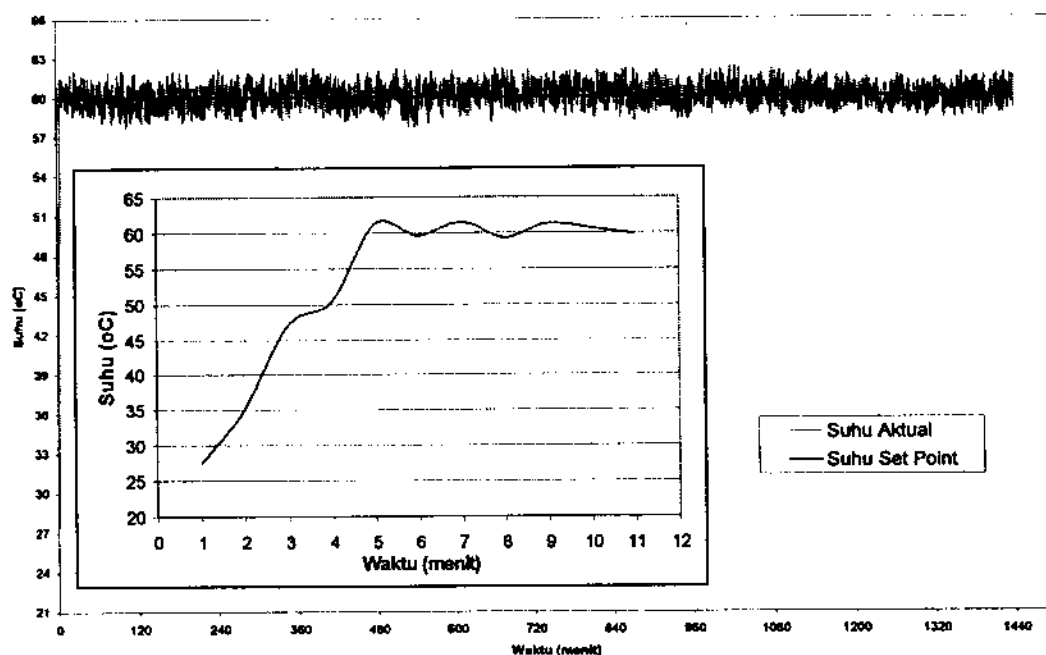
Pengaturan suhu air pada sistem pemanas dilakukan didalam tangki penyimpanan sementara, dimana suhu pada awalnya akan berada dibawah suhu set point dan kemudian akan berubah mencapai suhu set point. Setelah mencapai suhu set point, maka suhu akan dipertahankan oleh sistem kontrol logika fuzzy sehingga suhu air tetap berada di sekitar suhu set point yang dikehendaki.

Meninjau pada hasil pengukuran kecepatan reaksi kenaikan suhu air pada Gambar 17 maka matriks keputusan yang dibuat dalam pengontrolan ini hanya menggunakan matriks 3 x 3 dimana nilai terendahnya adalah 0 derajat (katup menutup penuh) dan tertinggi sebesar 80 ° (katup membuka penuh).

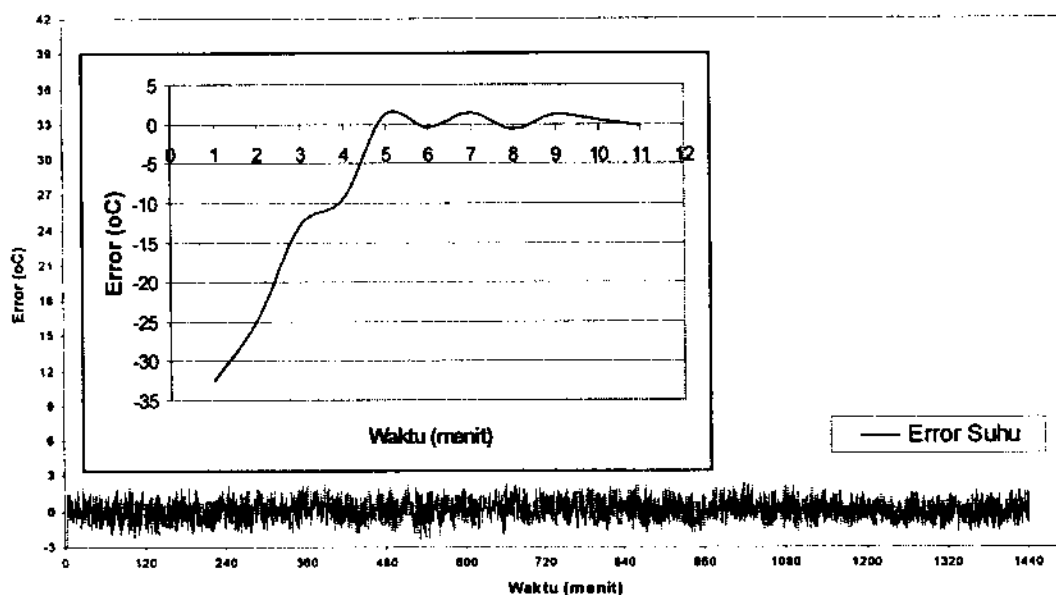
Pengambilan nilai matriks ini didasarkan juga pada hubungan non-linier antara bukaan katup dengan besarnya nyala api. Misalkan pada keadaan bukaan katup sebesar 30 ° dan katup membuka sebesar 40 ° dapat dilihat tidak adanya perbedaan yang cukup signifikan pada besarnya nyala api. Akibatnya pada aksi kontrolpun yang tadinya hasilnya berupa nilai-nilai yang kontinu pada selang bukaan 0 dan 80 ° dirubah dengan mekanisme on-off. Pembagian mekanisme tersebut terjadi pada selang 0 - 40 yang akan merespon terjadinya penutupan katup gas, sedangkan untuk nilai aksi kontrol diatas 40 sampai 80 akan menyebabkan katup membuka penuh.

Pada awal pengontrolan, dilakukan pembukaan katup gas bersamaan dengan pemantik api didalamnya. Keadaan katup gas kemudian diatur dalam keadaan menutup penuh dan waktu pengontrolan yang digunakan adalah tiap dua detik. Namun, katup yang menutup ini tidak menyebabkan kerja dari *gas water heater* akan mati total namun masih terdapat nyala api kecil sebagai sumber nyala dari alat sehingga hal ini tidak mengganggu sistem pengontrolan pada sistem pemanas air. Dengan demikian, acuan pertama kali yang diambil untuk pengontrolan adalah bahwa katup telah tertutup penuh. Sehingga jika suhu air telah kurang dari nilai set point dan aksi kontrol yang terjadi mengharuskan

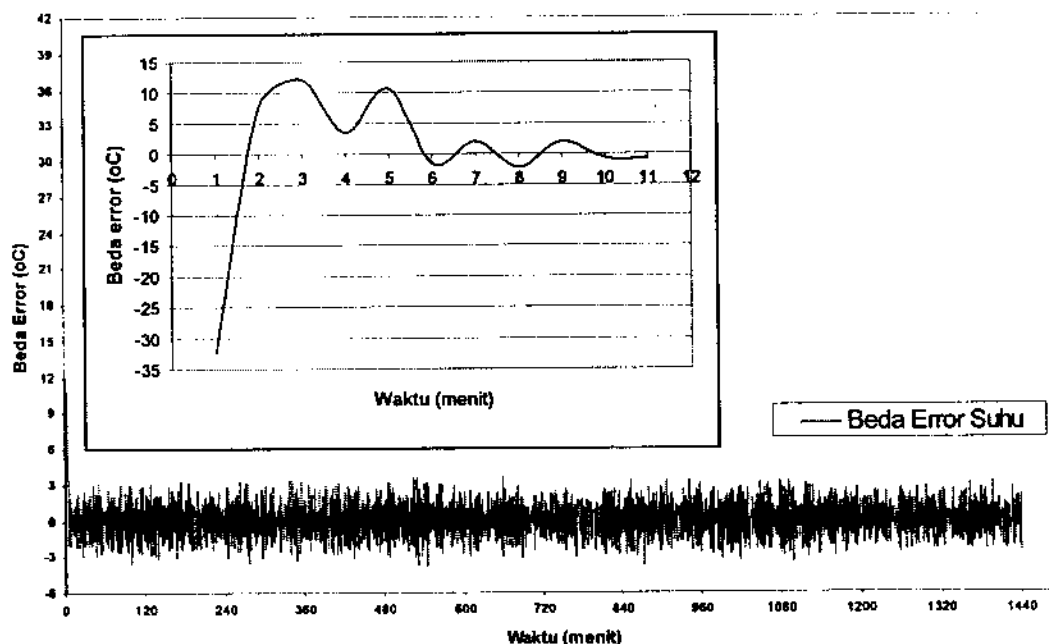
katup untuk membuka maka motor stepper akan membuka katup, yakni sebesar 80° .



Gambar 18. Suhu air selama waktu pengontrolan 24 jam dengan perbesaran pada menit 1 – 11 pada set point 60°C .



Gambar 19. Error suhu selama waktu pengontrolan 24 jam dengan perbesaran pada menit 1- 11 pada set point 60°C .



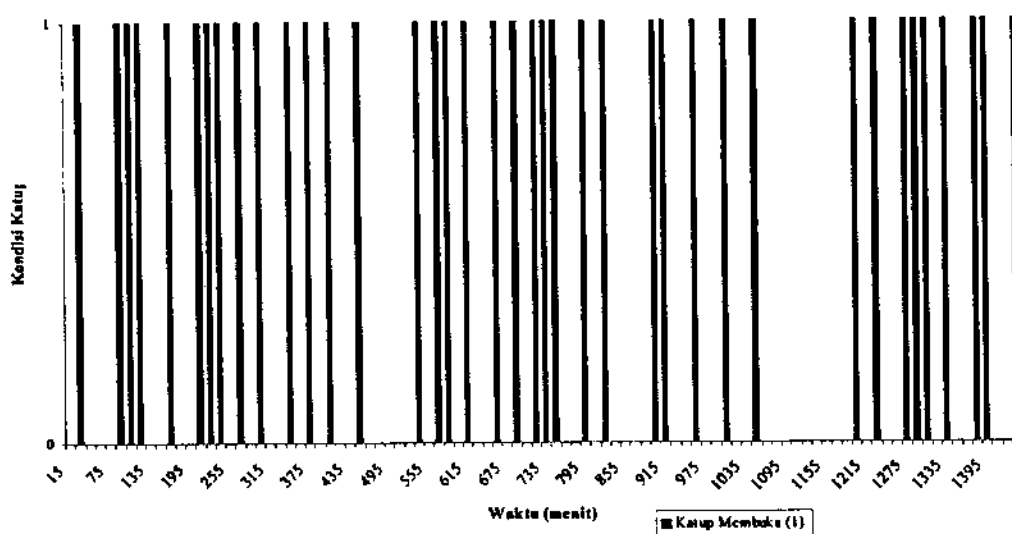
Gambar 20. Beda error suhu selama waktu pengontrolan 24 jam dengan perbesaran pada menit 1 - 11 pada set point 60 °C.

Pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa kenaikan suhu air yang terjadi akan mencapai suhu set point pada menit ke-6. Hal ini disebabkan karena masih adanya air dingin yang tertinggal pada tangki bahan baku sehingga proses pemanasan yang terjadi juga akan lebih lama. Namun waktu pencapaian set point ini masih tergolong cepat karena pengaruh dari debit gas pembakaran sewaktu katup membuka penuh. Hal ini juga didukung oleh adanya debit aliran air sebesar 1.965 l/menit, yang merupakan nilai debit terkecil dari aliran air pada alat *gas water heater* yang masih bisa ditoleransi supaya dapat beroperasi.

Nilai sebaran suhu yang terdapat pada Gambar 19 dan Gambar 20 menunjukkan bahwa suhu air yang terjadi ternyata mempunyai nilai yang cukup berfluktuatif. Hal ini selain disebabkan oleh logika kontrol fuzzy juga disebabkan oleh adanya keterbatasan pada motor stepper yang mengatur katup pada *gas water heater* yang mempunyai respon waktu sekitar 1.5 detik. Sehingga waktu yang terjadi selama penundaan pengontrolan dapat menyebabkan perubahan nilai suhu air yang cukup signifikan.

D. Konsumsi Energi Gas LPG

Pada Gambar 21 dapat dilihat hubungan antara bukaan katup gas terhadap waktu yang menunjukkan perbedaan antara siang hari dan malam hari. Pada siang hari, sistem pemanas yang terdiri dari *solar collector* dan *gas water heater* akan bekerja secara optimal selama tidak ada gangguan cuaca yang cukup berarti. Sedangkan pada malam hari, dimana tidak terdapat sumber energi bagi *solar collector* akan menyebabkan *gas water heater* bekerja sendiri dalam sistem pemanas. Grafik mengenai fluktuasi suhu air dapat dilihat pada Lampiran 14.



Gambar 21. Kondisi katup pada *gas water heater* selama waktu pengontrolan 24 jam pada set point 60 °C dimulai pukul 02.00 (4 Mei 2003).

Pengontrolan yang terjadi pada siang hari, dimaksudkan pada keadaan dimana radiasi matahari mulai dapat terbaca oleh *pyranometer* terjadi pada menit ke- 255 (pukul 06.15) sampai pada menit ke- 945 (pukul 17.45). Namun hal ini sempat mengalami penurunan radiasi pada sekitar menit ke-645 (pukul 12.45) disebabkan karena cuaca yang tadinya cerah berubah menjadi berawan.

Pengontrolan yang diterapkan pada sistem pemanas mampu menghindari pemborosan pemakaian energi gas sebesar 0.8 kg per hari dengan kapasitas konsumsi gas sebesar 8 kg. Penghematan ini disumsikan dengan membandingkan terhadap konsumsi gas tanpa pengontrolan, yakni *gas water heater* diatur pada posisi buka penuh.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dengan adanya Kontrol Logika Fuzzy (KLC) pengaturan suhu air pada sistem pemanas air perpaduan energi surya dan LPG (Liquefied Petroleum Gases) dapat terjadi sesuai dengan set point suhu yang dikehendaki, yakni sebesar 60 °C.

Algoritma fuzzy yang digunakan dalam pengontrolan hanya memakai matriks 3 x 3 yang berkaitan dengan besarnya derajat bukaan katup pada *gas water heater*. 0 berarti bahwa katup menutup penuh dan 80 diartikan sebagai katup membuka penuh. Dalam pengontrolan, nilai –nilai kuantitatif error suhu sebesar ± 2 °C dan nilai-nilai beda error suhu sebesar ± 1 °C per 2 detik.

Selama pengontrolan yang terjadi, yakni dalam kurun waktu 24 jam didapatkan bahwa tingkat konsumsi energi gas LPG dengan KLF berkurang sebesar 0.8 kg dengan konsumsi sebesar 8 kg daripada penggunaan sistem pemanas tanpa pengontrolan. Hal ini memang kurang signifikan mengingat set point suhu yang diinginkan (60 °C) masih mendekati 63 °C (suhu yang terjadi tanpa pengontrolan). Namun demikian, biaya produksi yang melibatkan adanya konsumsi energi dengan gas LPG dapat ditekan.

B. Saran

Untuk dapat memperbaiki sistem pengontrolan suhu pada sistem pemanas air ini perlu dilakukan beberapa hal, antara lain :

1. Berusaha memperbaiki sensor suhu yang sangat sensitif jika digunakan dalam pengukuran di dalam media air.
2. Merubah nilai-nilai pada fungsi keanggotaan dan matriks keputusan berdasarkan hubungan antara bukaan katup terhadap tingkat nyala api dan melakukan simulasi lebih lanjut dalam menemukan formulasi terbaik pada pengontrolan di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Minuman Segar : Lidah Buaya. <http://berita.penabur.org/200202/Minuman%20Segar%20Lidah%20Buaya.htm> (30 Juli 2003).
- Aryanto. 2001. Pengendalian suhu air media pembibitan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan logika fuzzy pada sistem resirkulasi tertutup. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Hordeski, M. 1987. Transducers for Automation. Van Nostrand Reinhold Company, Inc. New York, USA.
- Cluley, J.C. 1985. Transducers for Microprocessor Systems. Macmillan Publishers Ltd. London, England.
- Dailey, D.J. 1989. Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits : Theory and Applications. McGraw-Hill Book Company. New York, USA.
- Delaney, L.J. et al. 1964. The rate of vaporization of water and ice. Chem. Eng. Sci. 19, 105-114.
- Dorsey, N.E. 1940. Properties of Ordinary Water Substances. Reinhold Publishing Corp. New York, USA.
- Hidayat et al. 2003. Perancangan prototype pengendalian suhu ruangan berbasis logika fuzzy untuk bahan pengajaran. Makalah. Seminar Nasional Sistem Instrumentasi dan Kontrol, Bandung, 1-2 Juli, 2003.
- Kusnadi, A. 2002. Rancangan alat sortasi benih ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) secara elektronis berdasarkan ukuran panjang. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Kusumadewi, S. 2002. Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Lonsdale, K. 1958. The structure of ice. Proc. Roy. Soc. London A 247, 424-434.
- Loughlin, F. and Frederick F.D. penerjemah: Herman W.S. 1994. Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier. Erlangga. Jakarta.
- Megaw, H.D. 1934. Cell dimensions of ordinary and "heavy" ice. Nature 134, 900-901.
- Murase, H. 1992. Report On Artificial Intelligence Applications in Agriculture. JICA - DGHE/IPB Project. Bogor.

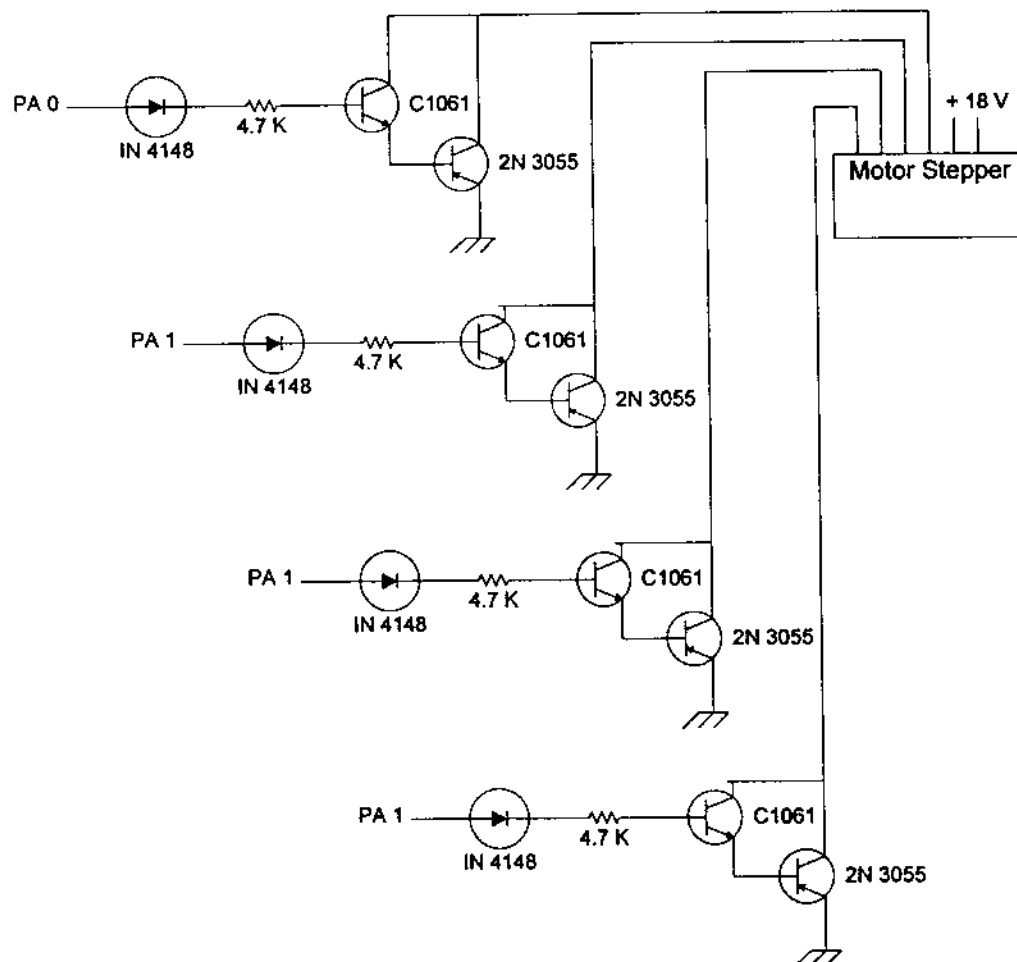


- Nazaruddin, Y.Y. et al. 2003. Perancangan sistem kontrol logika fuzzy pada mini-plant proses fermentasi teh hitam. Makalah. Seminar Nasional Sistem Instrumentasi dan Kontrol, Bandung, 1-2 Juli, 2003.
- Ogata, K. 1970. Modern Control Engineering. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Pimentel, G.C. and McClellan, A.L. 1960. The Hydrogen Bond. W.H. Freeman, San Fransisco, Calif., USA.
- Rocksis, G. 1985. Solid State Fundamentals for Electricians. American Technical Publishers, Inc. Illinois, USA.
- Samuel, A.M. 1965. Water in Foods. The AVI Publishing Cimpany, Inc. Westport, Connecticut, USA.
- Senjaya, I. 1998. Pengontrolan suhu dalam ruang pengering dengan sistem kontrol fuzzy. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Sheppard, T.P. 1927. Boiler Feed Water Purufidation. Mc-Graw Hill Book Company, Inc. New York, USA.
- Subarkah, D. 1998. Pengaturan suhu dengan logika fuzzy untuk transportasi udang windu (*Penaeus Monodon* Fab.) hidup sistem kering. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Sufianty, S. 2002. Desain dan uji alat pemotongan batang bibit melon (*Cucumis melo* L.) untuk sistem penyambungan dengan metode plug-in. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Sugiyono. 1999. Kajian pengembangan sistem kontrol otomatis menggunakan logika fuzzy pada pemeraman (artificial ripening) untuk buah-buahan tropika. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Sutanto. 1994. Rangkaian Elektronika (Analog). Universitas Indonesia Press. Jakarta.



LAMPIRAN

Lampiran 2. Rangkaian driver motor stepper



Lampiran 3. Data kalibrasi termometer standar, termometer ukur dan sensor suhu

A. Data kalibrasi termometer standar dan termometer ukur

Termometer Standar	Termometer Ukur
49	49.6
55.1	54.6
60	60
65	64.5
70	69.8
74.5	74.5
81.5	81.4
85.5	85
91.5	90.5
97	95

B. Data kalibrasi termometer ukur dan sensor suhu

Suhu (oC)	Tegangan Sensor (V)
27	1.39
28	1.42
29	1.5
30	1.54
31	1.58
32	1.63
33	1.67
34	1.73
35	1.78
36	1.81
37	1.88
38	1.92
39	1.97
40	2.02
41	2.07
42	2.11
43	2.17
44	2.21
45	2.24
46	2.3
47	2.35
48	2.39
49	2.45
50	2.49

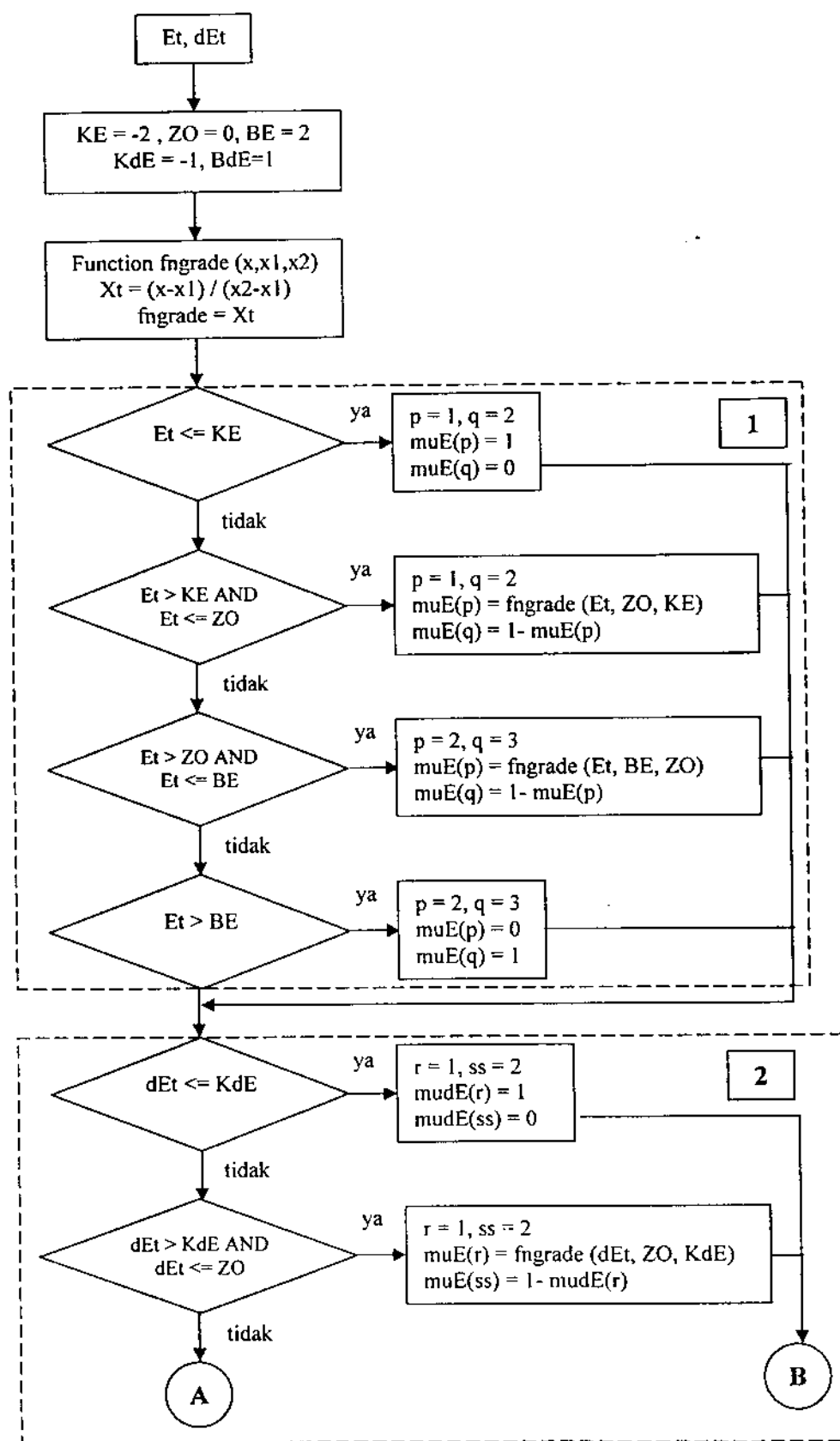
51	2.53
52	2.59
53	2.64
54	2.68
55	2.72
56	2.77
57	2.81
58	2.85
59	2.9
60	2.95
61	2.99
62	3.03
63	3.09
64	3.13
65	3.18
66	3.21
67	3.25
68	3.31
69	3.35
70	3.41
71	3.45
72	3.49
73	3.53
74	3.57
75	3.63
76	3.68

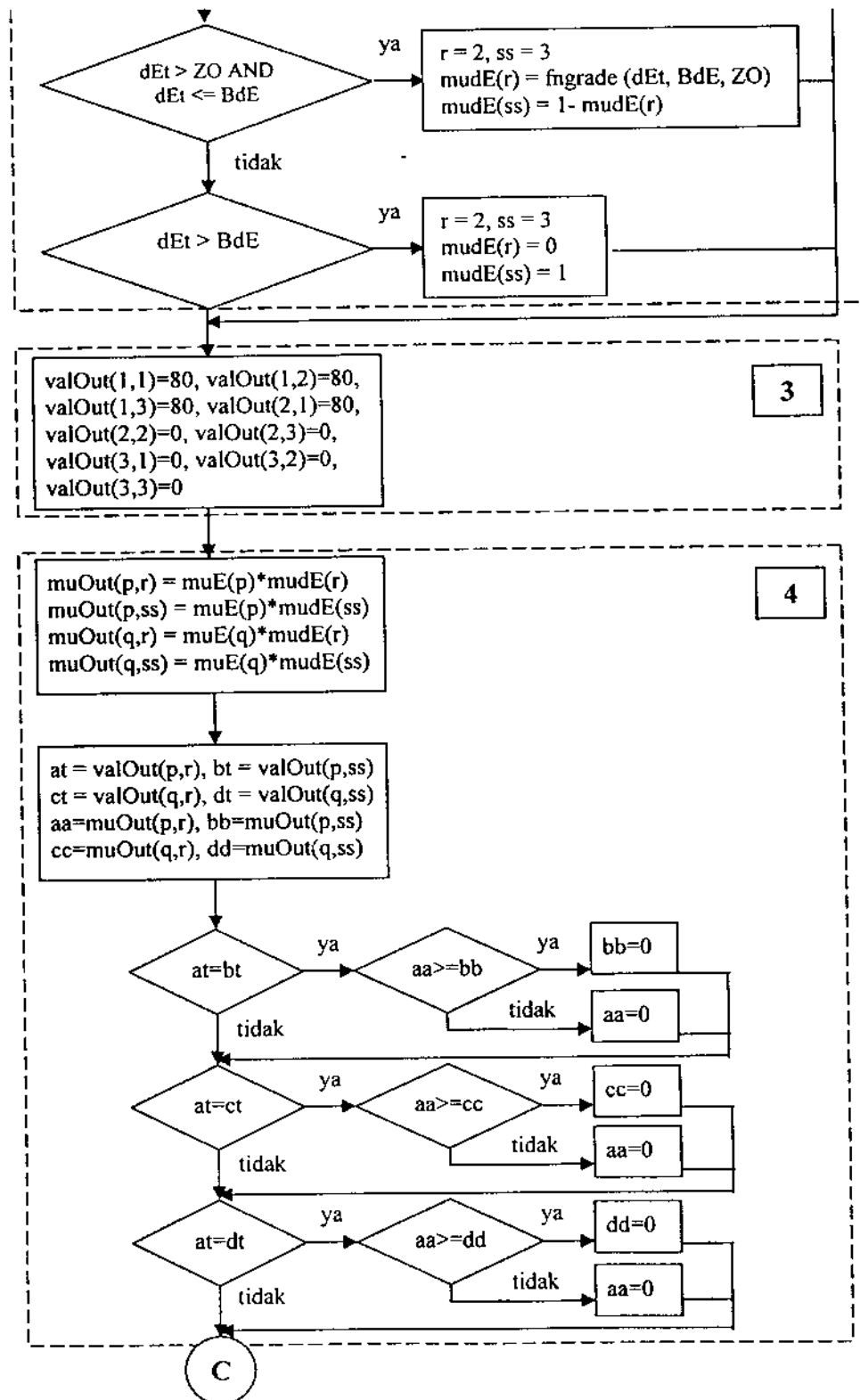
77	3.74
78	3.78
79	3.83
80	3.88
81	3.92
82	3.98
83	4.03
84	4.04
85	4.12
86	4.17
87	4.21
88	4.24
89	4.33
90	4.35
91	4.42
92	4.45
93	4.5
94	4.54
95	4.59
96	4.63
97	4.68
98	4.75
99	4.78
100	4.81

Lampiran 4. Hubungan kecepatan suhu air dan waktu pada *gas water heater*

Detik Ke-	Suhu Air
5	29.0
10	32.3
15	35.4
20	37.6
25	40.0
30	42.3
35	44.6
40	47.4
45	50.1
50	52.6
55	54.9
60	57.1
65	59.0
70	61.3
75	62.6
80	63.0

Lampiran 5. Diagram alir algoritma fuzzy





Lampiran 6 (lanjutan)

```
Function fngrade (var x, x1, x2 : real) : real;  
  var Xt : real;  
  begin  
    Xt := (x-x1)/(x2-x1);  
    fngrade := Xt;  
  end;
```

```
Procedure Maximum_Grade;  
  var at, bt, ct, dt, aa, bb, cc, dd : real;  
  begin  
    at := Valout [p,r];  
    bt := Valout [p,ss];  
    ct := Valout [q,r];  
    dt := Valout [q,ss];  
    aa := MuOut [p,r];  
    bb := MuOut [p,ss];  
    cc := MuOut [q,r];  
    dd := MuOut [q,ss];  
    if (at = bt) then  
      begin  
        if (aa>=bb) then bb := 0 else aa:= 0;  
      end;  
    if (at = ct) then  
      begin  
        if (aa>=cc) then cc := 0 else aa:= 0;  
      end;  
    if (at = dt) then  
      begin  
        if (aa>=dd) then dd := 0 else aa:= 0;  
      end;  
    if (bt = ct) then  
      begin  
        if (bb>=cc) then cc := 0 else bb:= 0;  
      end;  
    if (bt = dt) then  
      begin  
        if (bb>=dd) then dd := 0 else bb := 0;  
      end;  
    if (ct = dt) then  
      begin  
        if (cc>=dd) then dd := 0 else cc := 0;  
      end;  
    MuOut[p,r] := aa; MuOut[p,ss] := bb; MuOut[q,r] := cc; MuOut[q,ss] := dd;  
  end;
```

Lampiran 6 (lanjutan)

Procedure Defuzzyfication;

var MuCtr, val : real;

begin

MuOut[p,r] := MuE[p] * MudE[r];

MuOut[p,ss] := MuE[p] * MudE[ss];

MuOut[q,r] := MuE[q] * MudE[r];

MuOut[q,ss] := MuE[q] * MudE[ss];

Maximum_Grade;

MuCtr := MuOut[p,r] + MuOut[p,ss] + MuOut[q,r] + MuOut[q,ss];

val := MuOut[p,r] * Valout[p,r] + MuOut[p,ss] * Valout[p,ss] +

MuOut[q,r] * Valout[q,r] + MuOut[q,ss] * Valout[q,ss];

Ctrl := val/MuCtr;

end;

Procedure dError_Fuzzyfication;

begin

if (dEt<=KdE) then

begin

r := 1; ss := 2;

MudE[r] := 1;

MudE[ss] := 0;

end;

if (dEt>KdE) and (dEt<=ZO) then

begin

r := 1; ss := 2;

MudE[r] := fngrade(dEt,ZO,KdE);

MudE[ss] := 1-MudE[r];

end;

if (dEt>ZO) and (dEt<=BdE) then

begin

r := 2; ss := 3;

MudE[r] := fngrade(dEt,BdE,ZO);

MudE[ss] := 1-MudE[r];

end;

if (dEt>BdE) then

begin

r := 2; ss := 3;

MudE[r] := 0;

MudE[ss] := 1;

end;

end;

Lampiran 6 (lanjutan)

Procedure Error_Fuzzyfication;

```
begin
  if (Et<=KE) then
    begin
      p := 1; q := 2;
      MuE[p] := 1;
      MuE[q] := 0;
    end;
  if (Et>KE) and (Et<=ZO) then
    begin
      p := 1; q := 2;
      MuE[p] := fngrade(Et,ZO,KE);
      MuE[q] := 1-MuE[p];
    end;
  if (Et>ZO) and (Et<=BE) then
    begin
      p := 2; q := 3;
      MuE[p] := fngrade(Et,BE,ZO);
      MuE[q] := 1-MuE[p];
    end;
  if Et>BE then
    begin
      p := 2; q := 3;
      MuE[p] := 0;
      MuE[q] := 1;
    end;
end;
```

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);

```
begin
  ADRS:='$'+inttostr(220);
  ADR:=strtoint(ADRS);
  //inisialisasi pcl812pg
  ADRS:='$'+inttostr(220);
  ADR:=strtoint(ADRS);
  writeport(ADR+11,$01); //mode control
  writeport(ADR+10,0); //Mux chanel
  writeport(ADR+9,0); //Gain control
  writeport(ADR+12,1); //software A/D trigger
  //inisialisasi selesai
  repeat
    dthigh:=Getport(ADR+5);
  until (dthigh and $10)=0;
  //baca data
  dthigh:=getport(ADR+5); //bit tinggi
```

Lampiran 6 (lanjutan)

```

dtlow:=getport(ADR+4); //bit rendah
data:=((dthigh shl 8 )+dtlow) and $0FFF;
volt:=((5-(-5))*data/4096)+(-5); //konversi bit ke volt
bitrl:=(volt)*4096/5;
bitout:=round(bitrl);
HIGH:=(bitout and $0F00);
HIGHrl:=HIGH/256;
HIGHint:=round(HIGHrl);
highbitout:=(HIGHint and $0F );
lowbitout:=(bitout and $00FF);
writeport(ADR+4,lowbitout); //DA bit rendah
writeport(ADR+5,highbitout); //DA bit tinggi
writeport(ADR+6,lowbitout); //DA bit rendah
writeport(ADR+7,highbitout);
y:=volt;
Tsp:=60;
suhu:=(20.672*y)-0.987;
e:=suhu-Tsp;
de:=e-e0;
e0:=e;
lama:=lama +1;
if lama = 60 then //waktu sampling simpan data
    begin
        namafile:= C: \ My Documents \ fuzzy.txt;
        savingdata;
    end;
acuan:=ctrl;
Et := e;
dEt := de;
ZO :=0;
KdE:=-PKdError;
BdE:=PKdError;
KE:=-PKError;
BE:=PKError;
Error_Fuzzyfication;
dError_Fuzzyfication;
Defuzzyfication;
//Aksi Pengontrolan
if (acuan>40) and (acuan<=80) then
    begin
        if (Ctrl>=0) and (Ctrl<=40) then //tutup katup
            begin
                for aksi:= 0 to 60 do
                    begin
                        writeport($220+13,1);

```

Lampiran 6 (lanjutan)

```
        sleep(5);
        application.ProcessMessages;
        writeport($220+13,2);
        sleep(5);
        application.ProcessMessages;
        writeport($220+13,4);
        sleep(5);
        application.ProcessMessages;
        writeport($220+13,8);
        sleep(5);
        application.ProcessMessages;
        end; {aksi}
    end;
end;

if (acuan>=0) and (acuan<=40) then
begin
    if (Ctrl>40) and (Ctrl<=80) then //buka katup
    begin
        for aksi:= 0 to 60 do
        begin
            writeport($220+13,8);
            sleep(1);
            application.ProcessMessages;
            writeport($220+13,4);
            sleep(5);
            application.ProcessMessages;
            writeport($220+13,2);
            sleep(5);
            application.ProcessMessages;
            writeport($220+13,1);
            sleep(5);
            application.ProcessMessages;
            end; {aksi}
        end;
    end;
end.
end.
```

Lampiran 7. Data pengontrolan sistem pemanas air

Hari : Minggu dan Senin
Tanggal : 4 dan 5 Mei 2003
Tempat : Lab. Perbengkelan
Pukul : 02.00 a.m. (4 Mei 2003)
Debit air : 1.965 liter/menit

Menit ke-	Suhu (oC)	Error (oC)	Beda Error (oC/menit)	Aksi Kontrol	Kondisi Katup
1	27.48	-32.52	-32.52	80	BUKA
2	35.04	-24.96	7.56	80	BUKA
3	47.15	-12.85	12.11	80	BUKA
4	50.53	-9.47	3.38	80	BUKA
5	61.27	1.27	10.74	0	TUTUP
6	59.57	-0.43	-1.70	80	BUKA
7	61.52	1.52	1.95	0	TUTUP
8	59.33	-0.67	-2.19	80	BUKA
9	61.29	1.29	1.96	0	TUTUP
10	60.58	0.58	-0.71	56.8	BUKA
11	59.82	-0.18	-0.76	80	BUKA
12	60.94	0.94	1.12	0	TUTUP
13	59.82	-0.18	-1.12	80	BUKA
14	59.12	-0.88	-0.70	56	BUKA
15	60.40	0.40	1.28	0	TUTUP
16	61.11	1.11	0.71	0	TUTUP
17	58.92	-1.08	-2.19	80	BUKA
18	60.83	0.83	1.91	0	TUTUP
19	60.55	0.55	-0.28	22.4	TUTUP
20	59.63	-0.37	-0.92	73.6	BUKA
21	61.78	1.78	2.15	0	TUTUP
22	59.46	-0.54	-2.32	80	BUKA
23	60.52	0.52	1.06	0	TUTUP
24	60.13	0.13	-0.39	31.1957	TUTUP

25	58.49	-1.51	-1.64	80	BUKA
26	60.27	0.27	1.78	0	TUTUP
27	62.05	2.05	1.78	0	TUTUP
28	59.06	-0.94	-2.99	80	BUKA
29	61.49	1.49	2.43	0	TUTUP
30	59.43	-0.57	-2.06	80	BUKA
31	61.10	1.10	1.67	0	TUTUP
32	59.12	-0.88	-1.98	80	BUKA
33	60.17	0.17	1.05	0	TUTUP
34	59.62	-0.38	-0.55	44	BUKA
35	60.96	0.96	1.34	0	TUTUP
36	58.87	-1.13	-2.09	80	BUKA
37	59.72	-0.28	0.85	11.2	TUTUP
38	61.74	1.74	2.02	0	TUTUP
39	59.97	-0.03	-1.77	61.5959	BUKA
40	60.48	0.48	0.51	0	TUTUP
41	58.48	-1.52	-2.00	80	BUKA
42	61.51	1.51	3.03	0	TUTUP
43	59.84	-0.16	-1.67	80	BUKA
44	59.14	-0.86	-0.70	56	BUKA
45	60.68	0.68	1.54	0	TUTUP
46	59.16	-0.84	-1.52	80	BUKA
47	61.49	1.49	2.33	0	TUTUP
48	58.65	-1.35	-2.84	80	BUKA
49	60.71	0.71	2.06	0	TUTUP
50	59.19	-0.81	-1.52	80	BUKA
51	60.39	0.39	1.20	0	TUTUP
52	58.51	-1.49	-1.88	80	BUKA
53	61.56	1.56	3.05	0	TUTUP
54	58.80	-1.20	-2.76	80	BUKA
55	60.68	0.68	1.88	0	TUTUP
56	61.03	1.03	0.35	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

57	58.56	-1.44	-2.47	80	BUKA
58	59.36	-0.64	0.80	25.6	TUTUP
59	59.72	-0.28	0.36	11.2	TUTUP
60	60.59	0.59	0.87	0	TUTUP
61	61.03	1.03	0.44	0	TUTUP
62	59.41	-0.59	-1.62	80	BUKA
63	60.72	0.72	1.31	0	TUTUP
64	58.81	-1.19	-1.91	80	BUKA
65	61.35	1.35	2.54	0	TUTUP
66	59.22	-0.78	-2.13	80	BUKA
67	58.90	-1.10	-0.32	44	BUKA
68	60.51	0.51	1.61	0	TUTUP
69	58.05	-1.95	-2.46	80	BUKA
70	60.07	0.07	2.02	0	TUTUP
71	59.24	-0.76	-0.83	66.4	BUKA
72	60.89	0.89	1.65	0	TUTUP
73	58.53	-1.47	-2.36	80	BUKA
74	59.27	-0.73	0.74	29.2	TUTUP
75	61.27	1.27	2.00	0	TUTUP
76	59.77	-0.23	-1.50	80	BUKA
77	60.68	0.68	0.91	0	TUTUP
78	61.93	1.93	1.25	0	TUTUP
79	59.33	-0.67	-2.60	80	BUKA
80	60.58	0.58	1.25	0	TUTUP
81	58.77	-1.23	-1.81	80	BUKA
82	60.68	0.68	1.91	0	TUTUP
83	58.00	-2.00	-2.68	80	BUKA
84	61.03	1.03	3.03	0	TUTUP
85	58.96	-1.04	-2.07	80	BUKA
86	58.46	-1.54	-0.50	61.6	BUKA
87	59.23	-0.77	0.77	30.7948	TUTUP
88	59.80	-0.20	0.57	8	TUTUP
89	60.66	0.66	0.86	0	TUTUP

90	59.33	-0.67	-1.33	80	BUKA
91	61.64	1.64	2.31	0	TUTUP
92	59.60	-0.40	-2.04	80	BUKA
93	61.18	1.18	1.58	0	TUTUP
94	58.56	-1.44	-2.62	80	BUKA
95	60.72	0.72	2.16	0	TUTUP
96	58.14	-1.86	-2.58	80	BUKA
97	59.24	-0.76	1.10	30.4	TUTUP
98	62.09	2.09	2.85	0	TUTUP
99	58.51	-1.49	-3.58	80	BUKA
100	61.23	1.23	2.72	0	TUTUP
101	61.73	1.73	0.50	0	TUTUP
102	58.87	-1.13	-2.86	80	BUKA
103	59.82	-0.18	0.95	7.2	TUTUP
104	58.46	-1.54	-1.36	80	BUKA
105	57.75	-2.25	-0.71	80	BUKA
106	59.65	-0.35	1.90	14	TUTUP
107	60.94	0.94	1.29	0	TUTUP
108	58.87	-1.13	-2.07	80	BUKA
109	60.96	0.96	2.09	0	TUTUP
110	60.43	0.43	-0.53	42.3949	BUKA
111	58.05	-1.95	-2.38	80	BUKA
112	60.77	0.77	2.72	0	TUTUP
113	58.46	-1.54	-2.31	80	BUKA
114	59.43	-0.57	0.97	22.7959	TUTUP
115	61.68	1.68	2.25	0	TUTUP
116	58.92	-1.08	-2.76	80	BUKA
117	61.79	1.79	2.87	0	TUTUP
118	60.76	0.76	-1.03	49.6	BUKA
119	60.07	0.07	-0.69	55.1959	BUKA
120	58.54	-1.46	-1.53	80	BUKA
121	60.72	0.72	2.18	0	TUTUP
122	58.81	-1.19	-1.91	80	BUKA

Lampiran 7 (lanjutan)

123	58.61	-1.39	-0.20	55.6	BUKA
124	60.55	0.55	1.94	0	TUTUP
125	58.27	-1.73	-2.28	80	BUKA
126	59.97	-0.03	1.70	1.2	TUTUP
127	60.88	0.88	0.91	0	TUTUP
128	58.09	-1.91	-2.79	80	BUKA
129	61.06	1.06	2.97	0	TUTUP
130	60.27	0.27	-0.79	63.2046	BUKA
131	60.37	0.37	0.10	0	TUTUP
132	61.22	1.22	0.85	0	TUTUP
133	58.49	-1.51	-2.73	80	BUKA
134	59.32	-0.68	0.83	27.2	TUTUP
135	61.18	1.18	1.86	0	TUTUP
136	58.24	-1.76	-2.94	80	BUKA
137	58.94	-1.06	0.70	42.4	BUKA
138	60.93	0.93	1.99	0	TUTUP
139	61.42	1.42	0.49	0	TUTUP
140	58.16	-1.84	-3.26	80	BUKA
141	59.11	-0.89	0.95	35.6042	TUTUP
142	61.18	1.18	2.07	0	TUTUP
143	60.06	0.06	-1.12	77.6	BUKA
144	58.84	-1.16	-1.22	80	BUKA
145	60.73	0.73	1.89	0	TUTUP
146	58.71	-1.29	-2.02	80	BUKA
147	59.17	-0.83	0.46	33.2	TUTUP
148	60.59	0.59	1.42	0	TUTUP
149	58.75	-1.25	-1.84	80	BUKA
150	60.11	0.11	1.36	0	TUTUP
151	58.65	-1.35	-1.46	80	BUKA
152	58.91	-1.09	0.26	43.6	BUKA
153	60.28	0.28	1.37	0	TUTUP
154	60.80	0.80	0.52	0	TUTUP
155	58.51	-1.49	-2.29	80	BUKA

156	61.37	1.37	2.86	0	TUTUP
157	58.91	-1.09	-2.46	43.6	BUKA
158	60.47	0.47	1.56	0	TUTUP
159	58.58	-1.42	-1.89	80	BUKA
160	61.06	1.06	2.48	0	TUTUP
161	58.73	-1.27	-2.33	80	BUKA
162	60.71	0.71	1.98	0	TUTUP
163	59.86	-0.14	-0.85	68	BUKA
164	59.06	-0.94	-0.80	64	BUKA
165	58.36	-1.64	-0.70	73.121	BUKA
166	59.97	-0.03	1.61	1.2	TUTUP
167	61.68	1.68	1.71	0	TUTUP
168	58.41	-1.59	-3.27	80	BUKA
169	60.79	0.79	2.38	0	TUTUP
170	59.16	-0.84	-1.63	80	BUKA
171	61.01	1.01	1.85	0	TUTUP
172	59.51	-0.49	-1.50	80	BUKA
173	61.15	1.15	1.64	0	TUTUP
174	58.78	-1.22	-2.37	80	BUKA
175	62.00	2.00	3.22	0	TUTUP
176	59.50	-0.50	-2.50	80	BUKA
177	60.54	0.54	1.04	0	TUTUP
178	61.29	1.29	0.75	0	TUTUP
179	59.57	-0.43	-1.72	80	BUKA
180	59.12	-0.88	-0.45	36	TUTUP
181	60.76	0.76	1.64	0	TUTUP
182	60.26	0.26	-0.50	40	TUTUP
183	59.52	-0.48	-0.74	59.2	BUKA
184	58.66	-1.34	-0.86	74.0617	BUKA
185	61.81	1.81	3.15	0	TUTUP
186	60.66	0.66	-1.15	53.6	BUKA
187	58.70	-1.30	-1.96	80	BUKA
188	60.55	0.55	1.85	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

189	58.10	-1.90	-2.45	80	BUKA
190	59.51	-0.49	1.41	19.6	TUTUP
191	60.76	0.76	1.25	0	TUTUP
192	58.34	-1.66	-2.42	80	BUKA
193	59.46	-0.54	1.12	21.6	TUTUP
194	60.18	0.18	0.72	0	TUTUP
195	61.39	1.39	1.21	0	TUTUP
196	61.76	1.76	0.37	0	TUTUP
197	59.46	-0.54	-2.30	21.6	TUTUP
198	58.73	-1.27	-0.73	63.9694	BUKA
199	61.22	1.22	2.49	0	TUTUP
200	59.14	-0.86	-2.08	80	BUKA
201	59.62	-0.38	0.48	15.2	TUTUP
202	60.66	0.66	1.04	0	TUTUP
203	58.31	-1.69	-2.35	80	BUKA
204	58.75	-1.25	0.44	50	BUKA
205	59.34	-0.66	0.59	26.4	TUTUP
206	60.72	0.72	1.38	0	TUTUP
207	59.48	-0.52	-1.24	80	BUKA
208	58.85	-1.15	-0.63	55.7874	BUKA
209	60.72	0.72	1.87	0	TUTUP
210	58.58	-1.42	-2.14	80	BUKA
211	60.17	0.17	1.59	0	TUTUP
212	60.88	0.88	0.71	0	TUTUP
213	58.66	-1.34	-2.22	80	BUKA
214	60.15	0.15	1.49	0	TUTUP
215	59.46	-0.54	-0.69	55.2	BUKA
216	58.51	-1.49	-0.95	78.579	BUKA
217	60.91	0.91	2.40	0	TUTUP
218	60.12	0.12	-0.79	63.2	BUKA
219	58.34	-1.66	-1.78	80	BUKA
220	59.01	-0.99	0.67	39.594	TUTUP
221	60.91	0.91	1.90	0	TUTUP

222	58.40	-1.60	-2.51	80	BUKA
223	58.96	-1.04	0.56	41.6	BUKA
224	60.79	0.79	1.83	0	TUTUP
225	59.72	-0.28	-1.07	80	BUKA
226	60.98	0.98	1.26	0	TUTUP
227	59.17	-0.83	-1.81	80	BUKA
228	60.52	0.52	1.35	0	TUTUP
229	60.20	0.20	-0.32	25.6	TUTUP
230	59.11	-0.89	-1.09	80	BUKA
231	61.42	1.42	2.31	0	TUTUP
232	61.03	1.03	-0.39	30.0675	TUTUP
233	59.51	-0.49	-1.52	80	BUKA
234	60.52	0.52	1.01	0	TUTUP
235	61.39	1.39	0.87	0	TUTUP
236	61.84	1.84	0.45	0	TUTUP
237	60.35	0.35	-1.49	66	BUKA
238	59.23	-0.77	-1.12	80	BUKA
239	60.40	0.40	1.17	0	TUTUP
240	58.46	-1.54	-1.94	80	BUKA
241	61.29	1.29	2.83	0	TUTUP
242	59.52	-0.48	-1.77	80	BUKA
243	62.20	2.20	2.68	0	TUTUP
244	59.07	-0.93	-3.13	80	BUKA
245	59.34	-0.66	0.27	26.4	TUTUP
246	59.77	-0.23	0.43	9.207	TUTUP
247	61.05	1.05	1.28	0	TUTUP
248	58.95	-1.05	-2.10	80	BUKA
249	60.11	0.11	1.16	0	TUTUP
250	61.74	1.74	1.63	0	TUTUP
251	60.50	0.50	-1.24	60	BUKA
252	59.37	-0.63	-1.13	80	BUKA
253	60.80	0.80	1.43	0	TUTUP
254	58.46	-1.54	-2.34	80	BUKA



Lampiran 7 (lanjutan)

255	59.22	-0.78	0.76	31.2	TUTUP
256	61.03	1.03	1.81	0	TUTUP
257	58.37	-1.63	-2.66	80	BUKA
258	60.54	0.54	2.17	0	TUTUP
259	58.80	-1.20	-1.74	80	BUKA
260	59.40	-0.60	0.60	24	TUTUP
261	60.88	0.88	1.48	0	TUTUP
262	58.26	-1.74	-2.62	80	BUKA
263	61.44	1.44	3.18	0	TUTUP
264	61.13	1.13	-0.31	20.5566	TUTUP
265	59.23	-0.77	-1.90	80	BUKA
266	60.72	0.72	1.49	0	TUTUP
267	59.79	-0.21	-0.93	74.4045	BUKA
268	58.52	-1.48	-1.27	80	BUKA
269	61.23	1.23	2.71	0	TUTUP
270	59.16	-0.84	-2.07	80	BUKA
271	58.68	-1.32	-0.48	52.8	BUKA
272	61.74	1.74	3.06	0	TUTUP
273	58.86	-1.14	-2.88	80	BUKA
274	61.86	1.86	3.00	0	TUTUP
275	58.26	-1.74	-3.60	80	BUKA
276	59.82	-0.18	1.56	7.2	TUTUP
277	60.60	0.60	0.78	0	TUTUP
278	58.16	-1.84	-2.44	80	BUKA
279	59.77	-0.23	1.61	9.2	TUTUP
280	58.90	-1.10	-0.87	71.2849	BUKA
281	59.87	-0.13	0.97	5.1959	TUTUP
282	60.78	0.78	0.91	0	TUTUP
283	61.08	1.08	0.30	0	TUTUP
284	59.06	-0.94	-2.02	80	BUKA
285	59.46	-0.54	0.40	21.6	TUTUP
286	61.56	1.56	2.10	0	TUTUP
287	59.72	-0.28	-1.84	80	BUKA
288	61.89	1.89	2.17	0	TUTUP
289	60.48	0.48	-1.41	60.8	BUKA
290	61.69	1.69	1.21	0	TUTUP
291	61.06	1.06	-0.63	37.6	TUTUP
292	60.33	0.33	-0.73	58.4048	BUKA
293	59.11	-0.89	-1.22	80	BUKA
294	61.63	1.63	2.52	0	TUTUP
295	58.56	-1.44	-3.07	80	BUKA
296	60.77	0.77	2.21	0	TUTUP
297	58.46	-1.54	-2.31	80	BUKA
298	59.62	-0.38	1.16	15.2	TUTUP
299	60.77	0.77	1.15	0	TUTUP
300	58.41	-1.59	-2.36	80	BUKA
301	61.30	1.30	2.89	0	TUTUP
302	59.45	-0.55	-1.85	80	BUKA
303	59.75	-0.25	0.30	10	TUTUP
304	60.28	0.28	0.53	0	TUTUP
305	61.13	1.13	0.85	0	TUTUP
306	60.50	0.50	-0.63	50.4	BUKA
307	59.27	-0.73	-1.23	80	BUKA
308	61.60	1.60	2.33	0	TUTUP
309	59.58	-0.42	-2.02	80	BUKA
310	58.85	-1.15	-0.73	62.8208	BUKA
311	61.74	1.74	2.89	0	TUTUP
312	60.84	0.84	-0.90	46.4	BUKA
313	59.04	-0.96	-1.80	80	BUKA
314	59.72	-0.28	0.68	11.2	TUTUP
315	60.30	0.30	0.58	0	TUTUP
316	60.43	0.43	0.13	0	TUTUP
317	59.20	-0.80	-1.23	80	BUKA
318	60.07	0.07	0.87	0	TUTUP
319	59.57	-0.43	-0.50	40	TUTUP
320	60.76	0.76	1.19	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

321	60.21	0.21	-0.55	43.9955	BUKA
322	59.51	-0.49	-0.70	56	BUKA
323	61.52	1.52	2.01	0	TUTUP
324	58.94	-1.06	-2.58	80	BUKA
325	59.79	-0.21	0.85	8.3953	TUTUP
326	60.37	0.37	0.58	0	TUTUP
327	60.63	0.63	0.26	0	TUTUP
328	59.07	-0.93	-1.56	80	BUKA
329	59.70	-0.30	0.63	12	TUTUP
330	61.08	1.08	1.38	0	TUTUP
331	59.42	-0.58	-1.66	80	BUKA
332	59.22	-0.78	-0.20	31.2	TUTUP
333	60.42	0.42	1.20	0	TUTUP
334	59.32	-0.68	-1.10	80	BUKA
335	58.56	-1.44	-0.76	71.25	BUKA
336	61.74	1.74	3.18	0	TUTUP
337	60.07	0.07	-1.67	77.2	BUKA
338	61.03	1.03	0.96	0	TUTUP
339	58.21	-1.79	-2.82	80	BUKA
340	61.44	1.44	3.23	0	TUTUP
341	60.02	0.02	-1.42	79.2	BUKA
342	61.13	1.13	1.11	0	TUTUP
343	59.24	-0.76	-1.89	80	BUKA
344	60.83	0.83	1.59	0	TUTUP
345	58.81	-1.19	-2.02	80	BUKA
346	61.18	1.18	2.37	0	TUTUP
347	59.28	-0.72	-1.90	80	BUKA
348	61.86	1.86	2.58	0	TUTUP
349	58.46	-1.54	-3.40	80	BUKA
350	60.27	0.27	1.81	0	TUTUP
351	60.63	0.63	0.36	0	TUTUP
352	61.76	1.76	1.13	0	TUTUP
353	59.02	-0.98	-2.74	80	BUKA

354	62.07	2.07	3.05	0	TUTUP
355	60.26	0.26	-1.81	69.6	BUKA
356	61.44	1.44	1.18	0	TUTUP
357	61.74	1.74	0.30	0	TUTUP
358	60.33	0.33	-1.41	66.8	BUKA
359	59.19	-0.81	-1.14	80	BUKA
360	60.83	0.83	1.64	0	TUTUP
361	62.24	2.24	1.41	0	TUTUP
362	60.57	0.57	-1.67	57.2	BUKA
363	59.45	-0.55	-1.12	80	BUKA
364	59.97	-0.03	0.52	1.2	TUTUP
365	60.49	0.49	0.52	0	TUTUP
366	58.81	-1.19	-1.68	80	BUKA
367	61.81	1.81	3.00	0	TUTUP
368	59.31	-0.69	-2.50	80	BUKA
369	59.50	-0.50	0.19	20	TUTUP
370	61.69	1.69	2.19	0	TUTUP
371	60.22	0.22	-1.47	71.2	BUKA
372	60.88	0.88	0.66	0	TUTUP
373	61.73	1.73	0.85	0	TUTUP
374	60.12	0.12	-1.61	75.2	BUKA
375	59.29	-0.71	-0.83	66.4062	BUKA
376	61.84	1.84	2.55	0	TUTUP
377	61.30	1.30	-0.54	28	TUTUP
378	59.72	-0.28	-1.58	80	BUKA
379	60.02	0.02	0.30	0	TUTUP
380	60.86	0.86	0.84	0	TUTUP
381	59.12	-0.88	-1.74	80	BUKA
382	61.52	1.52	2.40	0	TUTUP
383	59.62	-0.38	-1.90	80	BUKA
384	60.66	0.66	1.04	0	TUTUP
385	59.47	-0.53	-1.19	80	BUKA
386	61.46	1.46	1.99	0	TUTUP



Lampiran 7 (lanjutan)

387	62.19	2.19	0.73	0	TUTUP
388	59.52	-0.48	-2.67	80	BUKA
389	58.89	-1.11	-0.63	54.3913	BUKA
390	61.71	1.71	2.82	0	TUTUP
391	59.02	-0.98	-2.69	80	BUKA
392	61.46	1.46	2.44	0	TUTUP
393	60.02	0.02	-1.44	79.2	BUKA
394	61.89	1.89	1.87	0	TUTUP
395	59.63	-0.37	-2.26	80	BUKA
396	59.17	-0.83	-0.46	36.8	TUTUP
397	59.72	-0.28	0.55	11.2	TUTUP
398	61.44	1.44	1.72	0	TUTUP
399	59.11	-0.89	-2.33	80	BUKA
400	61.13	1.13	2.02	0	TUTUP
401	58.36	-1.64	-2.77	80	BUKA
402	60.93	0.93	2.57	0	TUTUP
403	59.72	-0.28	-1.21	80	BUKA
404	61.32	1.32	1.60	0	TUTUP
405	60.20	0.20	-1.12	72	BUKA
406	58.92	-1.08	-1.28	80	BUKA
407	61.73	1.73	2.81	0	TUTUP
408	58.89	-1.11	-2.84	80	BUKA
409	61.10	1.10	2.21	0	TUTUP
410	60.58	0.58	-0.52	41.6	BUKA
411	58.66	-1.34	-1.92	80	BUKA
412	61.78	1.78	3.12	0	TUTUP
413	59.02	-0.98	-2.76	80	BUKA
414	60.76	0.76	1.74	0	TUTUP
415	60.22	0.22	-0.54	43.2	BUKA
416	59.07	-0.93	-1.15	80	BUKA
417	60.54	0.54	1.47	0	TUTUP
418	61.35	1.35	0.81	0	TUTUP
419	59.17	-0.83	-2.18	80	BUKA

420	61.54	1.54	2.37	0	TUTUP
421	59.60	-0.40	-1.94	80	BUKA
422	60.64	0.64	1.04	0	TUTUP
423	58.66	-1.34	-1.98	80	BUKA
424	61.47	1.47	2.81	0	TUTUP
425	59.11	-0.89	-2.36	80	BUKA
426	60.94	0.94	1.83	0	TUTUP
427	58.44	-1.56	-2.50	80	BUKA
428	60.83	0.83	2.39	0	TUTUP
429	59.12	-0.88	-1.71	80	BUKA
430	61.22	1.22	2.10	0	TUTUP
431	59.26	-0.74	-1.96	80	BUKA
432	59.11	-0.89	-0.15	35.5953	TUTUP
433	61.23	1.23	2.12	0	TUTUP
434	58.16	-1.84	-3.07	80	BUKA
435	60.63	0.63	2.47	0	TUTUP
436	58.40	-1.60	-2.23	80	BUKA
437	60.35	0.35	1.95	0	TUTUP
438	59.16	-0.84	-1.19	80	BUKA
439	58.26	-1.74	-0.90	78.6935	BUKA
440	61.05	1.05	2.79	0	TUTUP
441	58.66	-1.34	-2.39	80	BUKA
442	59.36	-0.64	0.70	25.6	TUTUP
443	59.97	-0.03	0.61	1.2066	TUTUP
444	60.83	0.83	0.86	0	TUTUP
445	58.86	-1.14	-1.97	80	BUKA
446	60.21	0.21	1.35	0	TUTUP
447	58.71	-1.29	-1.50	80	BUKA
448	60.42	0.42	1.71	0	TUTUP
449	61.18	1.18	0.76	0	TUTUP
450	59.63	-0.37	-1.55	80	BUKA
451	59.04	-0.96	-0.59	47.2	BUKA
452	58.46	-1.54	-0.58	65.7732	BUKA

Lampiran 7 (lanjutan)

453	60.83	0.83	2.37	0	TUTUP
454	61.76	1.76	0.93	0	TUTUP
455	59.43	-0.57	-2.33	80	BUKA
456	61.35	1.35	1.92	0	TUTUP
457	58.82	-1.18	-2.53	80	BUKA
458	59.67	-0.33	0.85	13.1953	TUTUP
459	60.54	0.54	0.87	0	TUTUP
460	59.40	-0.60	-1.14	80	BUKA
461	60.62	0.62	1.22	0	TUTUP
462	59.07	-0.93	-1.55	80	BUKA
463	60.35	0.35	1.28	0	TUTUP
464	59.14	-0.86	-1.21	80	BUKA
465	60.72	0.72	1.58	0	TUTUP
466	61.35	1.35	0.63	0	TUTUP
467	59.28	-0.72	-2.07	80	BUKA
468	61.88	1.88	2.60	0	TUTUP
469	61.06	1.06	-0.82	37.6	TUTUP
470	59.77	-0.23	-1.29	80	BUKA
471	59.27	-0.73	-0.50	40	TUTUP
472	61.49	1.49	2.22	0	TUTUP
473	58.85	-1.15	-2.64	80	BUKA
474	61.39	1.39	2.54	0	TUTUP
475	59.43	-0.57	-1.96	80	BUKA
476	60.71	0.71	1.28	0	TUTUP
477	58.86	-1.14	-1.85	80	BUKA
478	59.16	-0.84	0.30	33.6	TUTUP
479	59.62	-0.38	0.46	15.2	TUTUP
480	60.83	0.83	1.21	0	TUTUP
481	59.06	-0.94	-1.77	80	BUKA
482	60.02	0.02	0.96	0	TUTUP
483	61.69	1.69	1.67	0	TUTUP
484	58.71	-1.29	-2.98	80	BUKA
485	61.93	1.93	3.22	0	TUTUP

486	61.44	1.44	-0.49	80	BUKA
487	58.41	-1.59	-3.03	80	BUKA
488	61.39	1.39	2.98	0	TUTUP
489	59.06	-0.94	-2.33	20	TUTUP
490	61.24	1.24	2.18	0	TUTUP
491	60.04	0.04	-1.20	78.4	BUKA
492	58.21	-1.79	-1.83	80	BUKA
493	60.93	0.93	2.72	0	TUTUP
494	58.61	-1.39	-2.32	80	BUKA
495	60.59	0.59	1.98	0	TUTUP
496	61.12	1.12	0.53	0	TUTUP
497	59.57	-0.43	-1.55	80	BUKA
498	60.60	0.60	1.03	0	TUTUP
499	59.22	-0.78	-1.38	80	BUKA
500	58.82	-1.18	-0.40	47.2	BUKA
501	60.83	0.83	2.01	0	TUTUP
502	59.07	-0.93	-1.76	80	BUKA
503	59.41	-0.59	0.34	23.6	TUTUP
504	61.18	1.18	1.77	0	TUTUP
505	59.67	-0.33	-1.51	80	BUKA
506	61.23	1.23	1.56	0	TUTUP
507	59.89	-0.11	-1.34	80	BUKA
508	61.76	1.76	1.87	0	TUTUP
509	59.75	-0.25	-2.01	80	BUKA
510	61.28	1.28	1.53	0	TUTUP
511	59.65	-0.35	-1.63	80	BUKA
512	61.84	1.84	2.19	0	TUTUP
513	62.20	2.20	0.36	0	TUTUP
514	59.58	-0.42	-2.62	80	BUKA
515	61.52	1.52	1.94	0	TUTUP
516	59.62	-0.38	-1.90	80	BUKA
517	60.14	0.14	0.52	0	TUTUP
518	60.78	0.78	0.64	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

519	58.71	-1.29	-2.07	80	BUKA
520	60.67	0.67	1.96	0	TUTUP
521	58.81	-1.19	-1.86	80	BUKA
522	58.16	-1.84	-0.65	76.4217	BUKA
523	60.68	0.68	2.52	0	TUTUP
524	58.56	-1.44	-2.12	80	BUKA
525	62.00	2.00	3.44	0	TUTUP
526	61.13	1.13	-0.87	34.7954	TUTUP
527	58.21	-1.79	-2.92	80	BUKA
528	61.69	1.69	3.48	0	TUTUP
529	58.89	-1.11	-2.80	80	BUKA
530	61.37	1.37	2.48	0	TUTUP
531	57.64	-2.36	-3.73	80	BUKA
532	60.19	0.19	2.55	0	TUTUP
533	58.86	-1.14	-1.33	80	BUKA
534	61.39	1.39	2.53	0	TUTUP
535	58.41	-1.59	-2.98	80	BUKA
536	60.12	0.12	1.71	0	TUTUP
537	60.63	0.63	0.51	0	TUTUP
538	58.25	-1.75	-2.38	80	BUKA
539	59.36	-0.64	1.11	25.6	TUTUP
540	57.70	-2.30	-1.66	80	BUKA
541	60.72	0.72	3.02	0	TUTUP
542	59.02	-0.98	-1.70	80	BUKA
543	61.52	1.52	2.50	0	TUTUP
544	57.80	-2.20	-3.72	80	BUKA
545	60.91	0.91	3.11	0	TUTUP
546	58.89	-1.11	-2.02	80	BUKA
547	61.74	1.74	2.85	0	TUTUP
548	61.64	1.64	-0.10	1.9048	TUTUP
549	60.98	0.98	-0.66	40.8	BUKA
550	59.87	-0.13	-1.11	80	BUKA
551	59.09	-0.91	-0.78	62.4	BUKA

552	59.53	-0.47	0.44	18.8	TUTUP
553	61.01	1.01	1.48	0	TUTUP
554	60.12	0.12	-0.89	71.2	BUKA
555	61.25	1.25	1.13	0	TUTUP
556	60.98	0.98	-0.27	21.6	TUTUP
557	59.28	-0.72	-1.70	80	BUKA
558	61.49	1.49	2.21	0	TUTUP
559	59.34	-0.66	-2.15	80	BUKA
560	58.80	-1.20	-0.54	51.0236	BUKA
561	58.10	-1.90	-0.70	78.2353	BUKA
562	61.05	1.05	2.95	0	TUTUP
563	58.73	-1.27	-2.32	80	BUKA
564	61.11	1.11	2.38	0	TUTUP
565	59.00	-1.00	-2.11	80	BUKA
566	61.99	1.99	2.99	0	TUTUP
567	59.14	-0.86	-2.85	80	BUKA
568	60.58	0.58	1.44	0	TUTUP
569	61.30	1.30	0.72	0	TUTUP
570	59.75	-0.25	-1.55	80	BUKA
571	59.87	-0.13	0.12	5.2	TUTUP
572	60.28	0.28	0.41	0	TUTUP
573	61.42	1.42	1.14	0	TUTUP
574	59.97	-0.03	-1.45	80	BUKA
575	60.35	0.35	0.38	0	TUTUP
576	59.28	-0.72	-1.07	80	BUKA
577	60.19	0.19	0.91	0	TUTUP
578	59.20	-0.80	-0.99	79.2	BUKA
579	60.78	0.78	1.58	0	TUTUP
580	61.08	1.08	0.30	0	TUTUP
581	58.73	-1.27	-2.35	80	BUKA
582	60.53	0.53	1.80	0	TUTUP
583	58.41	-1.59	-2.12	80	BUKA
584	61.22	1.22	2.81	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

585	59.51	-0.49	-1.71	80	BUKA
586	61.39	1.39	1.88	0	TUTUP
587	60.63	0.63	-0.76	54.8	BUKA
588	59.82	-0.18	-0.81	64.8	BUKA
589	61.30	1.30	1.48	0	TUTUP
590	59.32	-0.68	-1.98	80	BUKA
591	60.43	0.43	1.11	62.8	BUKA
592	61.23	1.23	0.80	0	TUTUP
593	59.57	-0.43	-1.66	80	BUKA
594	59.22	-0.78	-0.35	31.2	TUTUP
595	61.54	1.54	2.32	0	TUTUP
596	59.72	-0.28	-1.82	80	BUKA
597	61.49	1.49	1.77	0	TUTUP
598	61.93	1.93	0.44	0	TUTUP
599	59.16	-0.84	-2.77	80	BUKA
600	61.64	1.64	2.48	0	TUTUP
601	61.15	1.15	-0.49	33.219	TUTUP
602	60.53	0.53	-0.62	49.6	BUKA
603	59.11	-0.89	-1.42	80	BUKA
604	60.12	0.12	1.01	0	TUTUP
605	59.57	-0.43	-0.55	44.0051	BUKA
606	60.48	0.48	0.91	0	TUTUP
607	61.49	1.49	1.01	0	TUTUP
608	59.07	-0.93	-2.42	80	BUKA
609	61.49	1.49	2.42	0	TUTUP
610	58.46	-1.54	-3.03	80	BUKA
611	60.27	0.27	1.81	0	TUTUP
612	59.01	-0.99	-1.26	80	BUKA
613	60.33	0.33	1.32	0	TUTUP
614	61.11	1.11	0.78	0	TUTUP
615	58.86	-1.14	-2.25	80	BUKA
616	60.52	0.52	1.66	0	TUTUP
617	60.96	0.96	0.44	0	TUTUP

618	58.54	-1.46	-2.42	80	BUKA
619	60.48	0.48	1.94	0	TUTUP
620	59.17	-0.83	-1.31	80	BUKA
621	61.23	1.23	2.06	0	TUTUP
622	58.60	-1.40	-2.63	80	BUKA
623	60.71	0.71	2.11	0	TUTUP
624	61.30	1.30	0.59	0	TUTUP
625	59.41	-0.59	-1.89	80	BUKA
626	59.02	-0.98	-0.39	39.2	TUTUP
627	60.71	0.71	1.69	0	TUTUP
628	61.33	1.33	0.62	0	TUTUP
629	59.94	-0.06	-1.39	80	BUKA
630	60.43	0.43	0.49	0	TUTUP
631	61.03	1.03	0.60	0	TUTUP
632	59.69	-0.31	-1.34	80	BUKA
633	59.37	-0.63	-0.32	25.6	TUTUP
634	60.22	0.22	0.85	0	TUTUP
635	61.11	1.11	0.89	0	TUTUP
636	59.29	-0.71	-1.82	80	BUKA
637	61.59	1.59	2.30	0	TUTUP
638	60.63	0.63	-0.96	54.8	BUKA
639	60.20	0.20	-0.43	34.4	TUTUP
640	58.96	-1.04	-1.24	80	BUKA
641	60.83	0.83	1.87	0	TUTUP
642	60.50	0.50	-0.33	26.4	TUTUP
643	59.75	-0.25	-0.75	59.9954	BUKA
644	60.04	0.04	0.29	0	TUTUP
645	61.18	1.18	1.14	0	TUTUP
646	60.33	0.33	-0.85	66.8047	BUKA
647	61.79	1.79	1.46	0	TUTUP
648	59.84	-0.16	-1.95	80	BUKA
649	59.26	-0.74	-0.58	46.4	BUKA
650	61.52	1.52	2.26	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

651	59.75	-0.25	-1.77	80	BUKA
652	60.83	0.83	1.08	0	TUTUP
653	59.50	-0.50	-1.33	80	BUKA
654	61.33	1.33	1.83	0	TUTUP
655	59.86	-0.14	-1.47	80	BUKA
656	59.16	-0.84	-0.70	56	BUKA
657	60.38	0.38	1.22	0	TUTUP
658	58.00	-2.00	-2.38	80	BUKA
659	61.64	1.64	3.64	0	TUTUP
660	58.51	-1.49	-3.13	80	BUKA
661	60.91	0.91	2.40	0	TUTUP
662	59.65	-0.35	-1.26	80	BUKA
663	62.19	2.19	2.54	0	TUTUP
664	60.26	0.26	-1.93	69.6	BUKA
665	59.52	-0.48	-0.74	59.2	BUKA
666	61.05	1.05	1.53	0	TUTUP
667	59.74	-0.26	-1.31	80	BUKA
668	61.74	1.74	2.00	0	TUTUP
669	59.60	-0.40	-2.14	80	BUKA
670	60.83	0.83	1.23	0	TUTUP
671	59.60	-0.40	-1.23	80	BUKA
672	61.34	1.34	1.74	0	TUTUP
673	59.06	-0.94	-2.28	80	BUKA
674	60.33	0.33	1.27	0	TUTUP
675	62.19	2.19	1.86	0	TUTUP
676	60.74	0.74	-1.45	50.4	BUKA
677	61.85	1.85	1.11	0	TUTUP
678	59.58	-0.42	-2.27	80	BUKA
679	59.17	-0.83	-0.41	33.1932	TUTUP
680	61.32	1.32	2.15	0	TUTUP
681	59.17	-0.83	-2.15	80	BUKA
682	61.94	1.94	2.77	0	TUTUP
683	61.34	1.34	-0.60	26.4	TUTUP

684	59.17	-0.83	-2.17	80	BUKA
685	60.43	0.43	1.26	0	TUTUP
686	59.06	-0.94	-1.37	80	BUKA
687	60.96	0.96	1.90	0	TUTUP
688	60.21	0.21	-0.75	59.9955	BUKA
689	61.99	1.99	1.78	0	TUTUP
690	58.95	-1.05	-3.04	80	BUKA
691	59.40	-0.60	0.45	24	TUTUP
692	60.48	0.48	1.08	0	TUTUP
693	61.42	1.42	0.94	0	TUTUP
694	59.11	-0.89	-2.31	80	BUKA
695	58.76	-1.24	-0.35	49.6	BUKA
696	59.67	-0.33	0.91	13.2044	TUTUP
697	60.69	0.69	1.02	0	TUTUP
698	59.51	-0.49	-1.18	80	BUKA
699	60.55	0.55	1.04	0	TUTUP
700	59.41	-0.59	-1.14	80	BUKA
701	58.81	-1.19	-0.60	55.0289	BUKA
702	59.47	-0.53	0.66	21.2	TUTUP
703	60.08	0.08	0.61	0	TUTUP
704	59.60	-0.40	-0.48	38.4	TUTUP
705	60.69	0.69	1.09	0	TUTUP
706	59.70	-0.30	-0.99	79.2	BUKA
707	61.76	1.76	2.06	0	TUTUP
708	59.23	-0.77	-2.53	80	BUKA
709	61.10	1.10	1.87	0	TUTUP
710	60.17	0.17	-0.93	73.2043	BUKA
711	59.45	-0.55	-0.72	57.6	BUKA
712	59.01	-0.99	-0.44	39.6	TUTUP
713	60.55	0.55	1.54	0	TUTUP
714	62.04	2.04	1.49	0	TUTUP
715	60.68	0.68	-1.36	52.8	BUKA
716	59.34	-0.66	-1.34	80	BUKA

Lampiran 7 (lanjutan)

717	60.73	0.73	1.39	0	TUTUP
718	59.16	-0.84	-1.57	80	BUKA
719	61.52	1.52	2.36	0	TUTUP
720	60.59	0.59	-0.93	56.3957	BUKA
721	59.09	-0.91	-1.50	80	BUKA
722	59.92	-0.08	0.83	3.2	TUTUP
723	61.44	1.44	1.52	0	TUTUP
724	60.02	0.02	-1.42	79.2	BUKA
725	61.34	1.34	1.32	0	TUTUP
726	59.60	-0.40	-1.74	80	BUKA
727	59.87	-0.13	0.27	5.1945	TUTUP
728	60.63	0.63	0.76	0	TUTUP
729	61.33	1.33	0.70	0	TUTUP
730	60.57	0.57	-0.76	57.2	BUKA
731	59.12	-0.88	-1.45	80	BUKA
732	61.23	1.23	2.11	0	TUTUP
733	59.43	-0.57	-1.80	80	BUKA
734	61.52	1.52	2.09	0	TUTUP
735	60.43	0.43	-1.09	62.8	BUKA
736	59.26	-0.74	-1.17	80	BUKA
737	59.77	-0.23	0.51	9.1922	TUTUP
738	58.71	-1.29	-1.06	80	BUKA
739	60.98	0.98	2.27	0	TUTUP
740	61.22	1.22	0.24	0	TUTUP
741	59.72	-0.28	-1.50	80	BUKA
742	61.78	1.78	2.06	0	TUTUP
743	59.69	-0.31	-2.09	80	BUKA
744	61.23	1.23	1.54	0	TUTUP
745	60.63	0.63	-0.60	48	BUKA
746	61.39	1.39	0.76	0	TUTUP
747	59.43	-0.57	-1.96	80	BUKA
748	60.58	0.58	1.15	0	TUTUP
749	61.06	1.06	0.48	0	TUTUP

750	60.22	0.22	-0.84	67.2	BUKA
751	59.19	-0.81	-1.03	80	BUKA
752	61.39	1.39	2.20	0	TUTUP
753	59.32	-0.68	-2.07	80	BUKA
754	61.90	1.90	2.58	0	TUTUP
755	59.48	-0.52	-2.42	80	BUKA
756	58.73	-1.27	-0.75	67.1413	BUKA
757	61.05	1.05	2.32	0	TUTUP
758	59.97	-0.03	-1.08	80	BUKA
759	59.11	-0.89	-0.86	68.8	BUKA
760	59.41	-0.59	0.30	23.6	TUTUP
761	60.83	0.83	1.42	0	TUTUP
762	59.42	-0.58	-1.41	80	BUKA
763	61.52	1.52	2.10	0	TUTUP
764	60.01	0.01	-1.51	79.6	BUKA
765	60.94	0.94	0.93	0	TUTUP
766	61.57	1.57	0.63	0	TUTUP
767	59.41	-0.59	-2.16	80	BUKA
768	60.68	0.68	1.27	0	TUTUP
769	61.51	1.51	0.83	0	TUTUP
770	58.46	-1.54	-3.05	80	BUKA
771	59.46	-0.54	1.00	21.6	TUTUP
772	60.12	0.12	0.66	0	TUTUP
773	61.81	1.81	1.69	0	TUTUP
774	61.18	1.18	-0.63	32.8	TUTUP
775	60.38	0.38	-0.80	64	BUKA
776	59.33	-0.67	-1.05	80	BUKA
777	61.00	1.00	1.67	0	TUTUP
778	61.88	1.88	0.88	0	TUTUP
779	59.48	-0.52	-2.40	80	BUKA
780	61.18	1.18	1.70	0	TUTUP
781	58.70	-1.30	-2.48	80	BUKA
782	59.67	-0.33	0.97	13.1959	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

849	61.03	1.03	2.11	0	TUTUP
850	59.26	-0.74	-1.77	80	BUKA
851	61.71	1.71	2.45	0	TUTUP
852	59.34	-0.66	-2.37	80	BUKA
853	61.03	1.03	1.69	0	TUTUP
854	58.36	-1.64	-2.67	80	BUKA
855	61.59	1.59	3.23	0	TUTUP
856	59.33	-0.67	-2.26	80	BUKA
857	61.05	1.05	1.72	0	TUTUP
858	62.00	2.00	0.95	0	TUTUP
859	59.29	-0.71	-2.71	80	BUKA
860	60.45	0.45	1.16	0	TUTUP
861	61.06	1.06	0.61	0	TUTUP
862	60.02	0.02	-1.04	79.2	BUKA
863	62.21	2.21	2.19	0	TUTUP
864	59.19	-0.81	-3.02	80	BUKA
865	61.08	1.08	1.89	0	TUTUP
866	58.90	-1.10	-2.18	80	BUKA
867	60.55	0.55	1.65	0	TUTUP
868	58.91	-1.09	-1.64	80	BUKA
869	58.61	-1.39	-0.30	55.6	BUKA
870	60.98	0.98	2.37	0	TUTUP
871	59.92	-0.08	-1.06	80	BUKA
872	58.87	-1.13	-1.05	80	BUKA
873	60.59	0.59	1.72	0	TUTUP
874	62.03	2.03	1.44	0	TUTUP
875	58.24	-1.76	-3.79	80	BUKA
876	59.21	-0.79	0.97	31.6041	TUTUP
877	60.27	0.27	1.06	0	TUTUP
878	61.15	1.15	0.88	0	TUTUP
879	58.95	-1.05	-2.20	80	BUKA
880	61.69	1.69	2.74	0	TUTUP
881	59.58	-0.42	-2.11	80	BUKA

882	60.38	0.38	0.80	0	TUTUP
883	59.16	-0.84	-1.22	80	BUKA
884	59.48	-0.52	0.32	20.8	TUTUP
885	60.93	0.93	1.45	0	TUTUP
886	58.90	-1.10	-2.03	80	BUKA
887	61.10	1.10	2.20	0	TUTUP
888	59.40	-0.60	-1.70	80	BUKA
889	58.94	-1.06	-0.46	42.4	BUKA
890	60.45	0.45	1.51	0	TUTUP
891	59.23	-0.77	-1.22	80	BUKA
892	58.82	-1.18	-0.41	47.2	BUKA
893	61.08	1.08	2.26	0	TUTUP
894	59.79	-0.21	-1.29	80	BUKA
895	58.95	-1.05	-0.84	68.2398	BUKA
896	60.38	0.38	1.43	0	TUTUP
897	58.49	-1.51	-1.89	80	BUKA
898	61.17	1.17	2.68	0	TUTUP
899	61.74	1.74	0.57	0	TUTUP
900	59.16	-0.84	-2.58	80	BUKA
901	61.13	1.13	1.97	0	TUTUP
902	58.99	-1.01	-2.14	80	BUKA
903	59.60	-0.40	0.61	16	TUTUP
904	61.76	1.76	2.16	0	TUTUP
905	60.57	0.57	-1.19	57.2	BUKA
906	59.50	-0.50	-1.07	80	BUKA
907	60.59	0.59	1.09	0	TUTUP
908	58.81	-1.19	-1.78	80	BUKA
909	62.00	2.00	3.19	0	TUTUP
910	59.87	-0.13	-2.13	80	BUKA
911	61.74	1.74	1.87	0	TUTUP
912	60.22	0.22	-1.52	71.2	BUKA
913	59.32	-0.68	-0.90	72	BUKA
914	61.56	1.56	2.24	0	TUTUP

Lampiran 7 (lanjutan)

915	59.09	-0.91	-2.47	80	BUKA
916	60.43	0.43	1.34	0	TUTUP
917	59.51	-0.49	-0.92	73.6	BUKA
918	61.25	1.25	1.74	0	TUTUP
919	60.76	0.76	-0.49	39.2	TUTUP
920	59.14	-0.86	-1.62	80	BUKA
921	59.31	-0.69	0.17	27.6048	TUTUP
922	60.71	0.71	1.40	0	TUTUP
923	61.51	1.51	0.80	0	TUTUP
924	59.58	-0.42	-1.93	80	BUKA
925	59.12	-0.88	-0.46	36.8	TUTUP
926	60.14	0.14	1.02	0	TUTUP
927	61.20	1.20	1.06	0	TUTUP
928	60.73	0.73	-0.47	37.5937	TUTUP
929	59.14	-0.86	-1.59	80	BUKA
930	60.52	0.52	1.38	0	TUTUP
931	58.71	-1.29	-1.81	80	BUKA
932	61.22	1.22	2.51	0	TUTUP
933	59.69	-0.31	-1.53	80	BUKA
934	58.99	-1.01	-0.70	56.3347	BUKA
935	60.69	0.69	1.70	0	TUTUP
936	59.87	-0.13	-0.82	65.6	BUKA
937	58.77	-1.23	-1.10	80	BUKA
938	60.64	0.64	1.87	0	TUTUP
939	61.18	1.18	0.54	0	TUTUP
940	59.26	-0.74	-1.92	80	BUKA
941	58.31	-1.69	-0.95	79.2302	BUKA
942	61.52	1.52	3.21	0	TUTUP
943	60.11	0.11	-1.41	75.6	BUKA
944	58.73	-1.27	-1.38	80	BUKA
945	60.69	0.69	1.96	0	TUTUP
946	58.29	-1.71	-2.40	80	BUKA
947	59.41	-0.59	1.12	23.6	TUTUP

948	58.92	-1.08	-0.49	43.2	BUKA
949	60.83	0.83	1.91	0	TUTUP
950	59.33	-0.67	-1.50	80	BUKA
951	58.85	-1.15	-0.48	46	BUKA
952	60.58	0.58	1.73	0	TUTUP
953	58.27	-1.73	-2.31	80	BUKA
954	60.73	0.73	2.46	0	TUTUP
955	58.56	-1.44	-2.17	80	BUKA
956	58.26	-1.74	-0.30	69.6	BUKA
957	61.30	1.30	3.04	0	TUTUP
958	59.17	-0.83	-2.13	80	BUKA
959	61.35	1.35	2.18	0	TUTUP
960	58.63	-1.37	-2.72	80	BUKA
961	60.63	0.63	2.00	0	TUTUP
962	61.10	1.10	0.47	0	TUTUP
963	59.72	-0.28	-1.38	80	BUKA
964	60.22	0.22	0.50	0	TUTUP
965	59.09	-0.91	-1.13	80	BUKA
966	60.73	0.73	1.64	0	TUTUP
967	59.80	-0.20	-0.93	74.4	BUKA
968	59.22	-0.78	-0.58	46.4	BUKA
969	59.47	-0.53	0.25	21.2053	TUTUP
970	60.20	0.20	0.73	0	TUTUP
971	60.76	0.76	0.56	0	TUTUP
972	59.57	-0.43	-1.19	80	BUKA
973	61.69	1.69	2.12	0	TUTUP
974	59.17	-0.83	-2.52	80	BUKA
975	61.44	1.44	2.27	0	TUTUP
976	59.63	-0.37	-1.81	80	BUKA
977	59.37	-0.63	-0.26	25.2	TUTUP
978	61.98	1.98	2.61	0	TUTUP
979	59.12	-0.88	-2.86	80	BUKA
980	59.62	-0.38	0.50	15.2	TUTUP



Lampiran 7 (lanjutan)

981	60.35	0.35	0.73	0	TUTUP
982	59.97	-0.03	-0.38	30.4	TUTUP
983	60.88	0.88	0.91	0	TUTUP
984	61.59	1.59	0.71	0	TUTUP
985	58.96	-1.04	-2.63	80	BUKA
986	61.08	1.08	2.12	0	TUTUP
987	61.44	1.44	0.36	0	TUTUP
988	58.92	-1.08	-2.52	80	BUKA
989	60.58	0.58	1.66	0	TUTUP
990	61.94	1.94	1.36	0	TUTUP
991	58.70	-1.30	-3.24	80	BUKA
992	59.87	-0.13	1.17	5.2	TUTUP
993	61.11	1.11	1.24	0	TUTUP
994	59.32	-0.68	-1.79	80	BUKA
995	60.69	0.69	1.37	0	TUTUP
996	60.02	0.02	-0.67	53.6	BUKA
997	61.84	1.84	1.82	0	TUTUP
998	59.60	-0.40	-2.24	80	BUKA
999	61.64	1.64	2.04	0	TUTUP
1000	59.57	-0.43	-2.07	80	BUKA
1001	61.03	1.03	1.46	0	TUTUP
1002	59.55	-0.45	-1.48	80	BUKA
1003	61.74	1.74	2.19	0	TUTUP
1004	62.09	2.09	0.35	0	TUTUP
1005	59.28	-0.72	-2.81	80	BUKA
1006	61.78	1.78	2.50	0	TUTUP
1007	59.26	-0.74	-2.52	80	BUKA
1008	61.60	1.60	2.34	0	TUTUP
1009	59.62	-0.38	-1.98	80	BUKA
1010	60.94	0.94	1.32	0	TUTUP
1011	58.95	-1.05	-1.99	80	BUKA
1012	60.28	0.28	1.33	0	TUTUP
1013	59.42	-0.58	-0.86	68.8	BUKA

1014	61.33	1.33	1.91	0	TUTUP
1015	59.26	-0.74	-2.07	80	BUKA
1016	61.79	1.79	2.53	0	TUTUP
1017	59.63	-0.37	-2.16	80	BUKA
1018	62.29	2.29	2.66	0	TUTUP
1019	58.99	-1.01	-3.30	80	BUKA
1020	60.38	0.38	1.39	0	TUTUP
1021	59.29	-0.71	-1.09	80	BUKA
1022	61.15	1.15	1.86	0	TUTUP
1023	59.43	-0.57	-1.72	80	BUKA
1024	61.49	1.49	2.06	0	TUTUP
1025	62.24	2.24	0.75	0	TUTUP
1026	59.74	-0.26	-2.50	80	BUKA
1027	61.29	1.29	1.55	0	TUTUP
1028	59.40	-0.60	-1.89	80	BUKA
1029	61.13	1.13	1.73	0	TUTUP
1030	59.63	-0.37	-1.50	80	BUKA
1031	62.14	2.14	2.51	0	TUTUP
1032	59.55	-0.45	-2.59	80	BUKA
1033	59.20	-0.80	-0.35	32	TUTUP
1034	59.58	-0.42	0.38	16.8	TUTUP
1035	59.91	-0.09	0.33	3.606	TUTUP
1036	60.58	0.58	0.67	0	TUTUP
1037	59.24	-0.76	-1.34	80	BUKA
1038	61.08	1.08	1.84	0	TUTUP
1039	60.33	0.33	-0.75	59.9952	BUKA
1040	59.72	-0.28	-0.61	48.8	BUKA
1041	60.98	0.98	1.26	0	TUTUP
1042	61.47	1.47	0.49	0	TUTUP
1043	59.07	-0.93	-2.40	80	BUKA
1044	61.08	1.08	2.01	0	TUTUP
1045	59.46	-0.54	-1.62	80	BUKA
1046	58.68	-1.32	-0.78	69.8507	BUKA



Lampiran 7 (lanjutan)

1047	60.58	0.58	1.90	0	TUTUP
1048	58.46	-1.54	-2.12	80	BUKA
1049	61.57	1.57	3.11	0	TUTUP
1050	59.26	-0.74	-2.31	80	BUKA
1051	61.17	1.17	1.91	0	TUTUP
1052	58.63	-1.37	-2.54	80	BUKA
1053	60.68	0.68	2.05	0	TUTUP
1054	58.76	-1.24	-1.92	80	BUKA
1055	61.27	1.27	2.51	0	TUTUP
1056	58.95	-1.05	-2.32	80	BUKA
1057	60.39	0.39	1.44	0	TUTUP
1058	59.98	-0.02	-0.41	32.8	TUTUP
1059	58.61	-1.39	-1.37	80	BUKA
1060	61.52	1.52	2.91	0	TUTUP
1061	59.04	-0.96	-2.48	80	BUKA
1062	61.54	1.54	2.50	0	TUTUP
1063	59.16	-0.84	-2.38	80	BUKA
1064	61.66	1.66	2.50	0	TUTUP
1065	61.03	1.03	-0.63	38.8063	TUTUP
1066	59.27	-0.73	-1.76	80	BUKA
1067	60.55	0.55	1.28	0	TUTUP
1068	59.82	-0.18	-0.73	58.4	BUKA
1069	61.01	1.01	1.19	0	TUTUP
1070	60.60	0.60	-0.41	32.8	TUTUP
1071	59.67	-0.33	-0.93	74.4048	BUKA
1072	60.67	0.67	1.00	0	TUTUP
1073	59.28	-0.72	-1.39	80	BUKA
1074	60.33	0.33	1.05	0	TUTUP
1075	59.87	-0.13	-0.46	36.8	TUTUP
1076	60.91	0.91	1.04	0	TUTUP
1077	58.51	-1.49	-2.40	80	BUKA
1078	61.74	1.74	3.23	0	TUTUP
1079	59.04	-0.96	-2.70	80	BUKA

1080	62.04	2.04	3.00	0	TUTUP
1081	59.46	-0.54	-2.58	80	BUKA
1082	61.27	1.27	1.81	0	TUTUP
1083	59.40	-0.60	-1.87	80	BUKA
1084	61.94	1.94	2.54	0	TUTUP
1085	58.97	-1.03	-2.97	80	BUKA
1086	61.23	1.23	2.26	0	TUTUP
1087	59.06	-0.94	-2.17	80	BUKA
1088	60.53	0.53	1.47	0	TUTUP
1089	61.57	1.57	1.04	0	TUTUP
1090	58.86	-1.14	-2.71	80	BUKA
1091	61.91	1.91	3.05	0	TUTUP
1092	61.03	1.03	-0.88	38.8	TUTUP
1093	61.13	1.13	0.10	0	TUTUP
1094	58.46	-1.54	-2.67	80	BUKA
1095	60.83	0.83	2.37	0	TUTUP
1096	59.11	-0.89	-1.72	80	BUKA
1097	61.69	1.69	2.58	0	TUTUP
1098	58.26	-1.74	-3.43	80	BUKA
1099	60.49	0.49	2.23	0	TUTUP
1100	59.28	-0.72	-1.21	80	BUKA
1101	60.64	0.64	1.36	0	TUTUP
1102	58.89	-1.11	-1.75	80	BUKA
1103	60.25	0.25	1.36	0	TUTUP
1104	60.02	0.02	-0.23	18.4	TUTUP
1105	60.98	0.98	0.96	0	TUTUP
1106	59.46	-0.54	-1.52	80	BUKA
1107	60.33	0.33	0.87	0	TUTUP
1108	59.80	-0.20	-0.53	42.4	BUKA
1109	59.16	-0.84	-0.64	51.2	BUKA
1110	60.40	0.40	1.24	0	TUTUP
1111	61.11	1.11	0.71	0	TUTUP
1112	58.58	-1.42	-2.53	80	BUKA



Lampiran 7 (lanjutan)

1113	60.55	0.55	1.97	0	TUTUP
1114	59.29	-0.71	-1.26	80	BUKA
1115	60.86	0.86	1.57	0	TUTUP
1116	58.51	-1.49	-2.35	80	BUKA
1117	61.51	1.51	3.00	0	TUTUP
1118	59.07	-0.93	-2.44	80	BUKA
1119	61.91	1.91	2.84	0	TUTUP
1120	58.86	-1.14	-3.05	80	BUKA
1121	60.86	0.86	2.00	0	TUTUP
1122	58.46	-1.54	-2.40	80	BUKA
1123	61.23	1.23	2.77	0	TUTUP
1124	59.57	-0.43	-1.66	80	BUKA
1125	60.91	0.91	1.34	0	TUTUP
1126	59.14	-0.86	-1.77	80	BUKA
1127	58.66	-1.34	-0.48	53.6	BUKA
1128	61.34	1.34	2.68	0	TUTUP
1129	59.29	-0.71	-2.05	80	BUKA
1130	60.27	0.27	0.98	0	TUTUP
1131	61.08	1.08	0.81	0	TUTUP
1132	60.58	0.58	-0.50	40	TUTUP
1133	59.45	-0.55	-1.13	80	BUKA
1134	60.27	0.27	0.82	0	TUTUP
1135	61.71	1.71	1.44	0	TUTUP
1136	58.85	-1.15	-2.86	80	BUKA
1137	60.84	0.84	1.99	0	TUTUP
1138	61.84	1.84	1.00	0	TUTUP
1139	59.06	-0.94	-2.78	80	BUKA
1140	59.55	-0.45	0.49	18.0078	TUTUP
1141	60.73	0.73	1.18	0	TUTUP
1142	59.45	-0.55	-1.28	80	BUKA
1143	60.52	0.52	1.07	0	TUTUP
1144	59.20	-0.80	-1.32	80	BUKA
1145	61.03	1.03	1.83	0	TUTUP

1146	60.12	0.12	-0.91	72.8	BUKA
1147	59.09	-0.91	-1.03	80	BUKA
1148	59.87	-0.13	0.78	5.2	TUTUP
1149	61.46	1.46	1.59	0	TUTUP
1150	60.98	0.98	-0.48	38.4	TUTUP
1151	59.11	-0.89	-1.87	80	BUKA
1152	59.33	-0.67	0.22	26.8	TUTUP
1153	61.20	1.20	1.87	0	TUTUP
1154	59.01	-0.99	-2.19	80	BUKA
1155	61.44	1.44	2.43	0	TUTUP
1156	59.28	-0.72	-2.16	80	BUKA
1157	60.54	0.54	1.26	0	TUTUP
1158	59.57	-0.43	-0.97	77.5949	BUKA
1159	61.60	1.60	2.03	0	TUTUP
1160	59.45	-0.55	-2.15	80	BUKA
1161	61.73	1.73	2.28	0	TUTUP
1162	58.78	-1.22	-2.95	80	BUKA
1163	60.68	0.68	1.90	0	TUTUP
1164	59.52	-0.48	-1.16	80	BUKA
1165	60.33	0.33	0.81	0	TUTUP
1166	58.89	-1.11	-1.44	80	BUKA
1167	60.38	0.38	1.49	0	TUTUP
1168	59.63	-0.37	-0.75	59.9951	BUKA
1169	59.29	-0.71	-0.34	28.4	TUTUP
1170	60.28	0.28	0.99	0	TUTUP
1171	58.85	-1.15	-1.43	80	BUKA
1172	60.37	0.37	1.52	0	TUTUP
1173	58.43	-1.57	-1.94	80	BUKA
1174	60.62	0.62	2.19	0	TUTUP
1175	59.41	-0.59	-1.21	80	BUKA
1176	61.51	1.51	2.10	0	TUTUP
1177	58.61	-1.39	-2.90	80	BUKA
1178	61.22	1.22	2.61	0	TUTUP



Lampiran 7 (lanjutan)

1179	59.11	-0.89	-2.11	80	BUKA
1180	60.71	0.71	1.60	0	TUTUP
1181	59.62	-0.38	-1.09	80	BUKA
1182	58.95	-1.05	-0.67	55.3362	BUKA
1183	61.05	1.05	2.10	0	TUTUP
1184	59.58	-0.42	-1.47	80	BUKA
1185	61.27	1.27	1.69	0	TUTUP
1186	60.16	0.16	-1.11	75.6	BUKA
1187	58.92	-1.08	-1.24	80	BUKA
1188	60.52	0.52	1.60	0	TUTUP
1189	59.27	-0.73	-1.25	80	BUKA
1190	61.06	1.06	1.79	0	TUTUP
1191	59.08	-0.92	-1.98	80	BUKA
1192	61.66	1.66	2.58	0	TUTUP
1193	59.38	-0.62	-2.28	80	BUKA
1194	60.55	0.55	1.17	0	TUTUP
1195	61.35	1.35	0.80	0	TUTUP
1196	59.69	-0.31	-1.66	80	BUKA
1197	59.31	-0.69	-0.38	30.4	TUTUP
1198	60.86	0.86	1.55	0	TUTUP
1199	59.84	-0.16	-1.02	80	BUKA
1200	59.27	-0.73	-0.57	45.6063	BUKA
1201	59.72	-0.28	0.45	11.2	TUTUP
1202	61.13	1.13	1.41	0	TUTUP
1203	59.20	-0.80	-1.93	80	BUKA
1204	60.98	0.98	1.78	0	TUTUP
1205	59.47	-0.53	-1.51	80	BUKA
1206	60.31	0.31	0.84	0	TUTUP
1207	59.72	-0.28	-0.59	47.2	BUKA
1208	58.77	-1.23	-0.95	77.4544	BUKA
1209	60.53	0.53	1.76	0	TUTUP
1210	60.88	0.88	0.35	0	TUTUP
1211	59.11	-0.89	-1.77	80	BUKA

1212	60.60	0.60	1.49	0	TUTUP
1213	58.77	-1.23	-1.83	80	BUKA
1214	60.37	0.37	1.60	0	TUTUP
1215	61.23	1.23	0.86	0	TUTUP
1216	59.97	-0.03	-1.26	80	BUKA
1217	59.72	-0.28	-0.25	20	TUTUP
1218	59.87	-0.13	0.15	5.1953	TUTUP
1219	61.10	1.10	1.23	0	TUTUP
1220	58.99	-1.01	-2.11	80	BUKA
1221	61.40	1.40	2.41	0	TUTUP
1222	59.51	-0.49	-1.89	80	BUKA
1223	58.92	-1.08	-0.59	50.2524	BUKA
1224	61.23	1.23	2.31	0	TUTUP
1225	59.52	-0.48	-1.71	80	BUKA
1226	60.69	0.69	1.17	0	TUTUP
1227	59.63	-0.37	-1.06	80	BUKA
1228	59.11	-0.89	-0.52	41.6	BUKA
1229	60.42	0.42	1.31	0	TUTUP
1230	59.52	-0.48	-0.90	72	BUKA
1231	60.84	0.84	1.32	0	TUTUP
1232	59.34	-0.66	-1.50	80	BUKA
1233	60.49	0.49	1.15	0	TUTUP
1234	58.80	-1.20	-1.69	80	BUKA
1235	61.15	1.15	2.35	0	TUTUP
1236	59.28	-0.72	-1.87	80	BUKA
1237	59.63	-0.37	0.35	14.7938	TUTUP
1238	60.62	0.62	0.99	0	TUTUP
1239	58.60	-1.40	-2.02	80	BUKA
1240	59.50	-0.50	0.90	20	TUTUP
1241	58.83	-1.17	-0.67	59.2817	BUKA
1242	60.35	0.35	1.52	0	TUTUP
1243	58.46	-1.54	-1.89	80	BUKA
1244	59.06	-0.94	0.60	37.6	TUTUP



Lampiran 7 (lanjutan)

1245	59.37	-0.63	0.31	25.2058	TUTUP
1246	59.01	-0.99	-0.36	39.6	TUTUP
1247	59.86	-0.14	0.85	5.6	TUTUP
1248	60.88	0.88	1.02	0	TUTUP
1249	60.33	0.33	-0.55	43.9952	BUKA
1250	59.50	-0.50	-0.83	66.4	BUKA
1251	59.11	-0.89	-0.39	35.5934	TUTUP
1252	59.77	-0.23	0.66	9.2	TUTUP
1253	60.14	0.14	0.37	0	TUTUP
1254	58.73	-1.27	-1.41	80	BUKA
1255	59.11	-0.89	0.38	35.6	TUTUP
1256	60.79	0.79	1.68	0	TUTUP
1257	58.53	-1.47	-2.26	80	BUKA
1258	61.11	1.11	2.58	0	TUTUP
1259	58.40	-1.60	-2.71	80	BUKA
1260	60.71	0.71	2.31	0	TUTUP
1261	60.02	0.02	-0.69	55.2	BUKA
1262	58.91	-1.09	-1.11	80	BUKA
1263	61.01	1.01	2.10	0	TUTUP
1264	59.72	-0.28	-1.29	80	BUKA
1265	59.26	-0.74	-0.46	36.8	TUTUP
1266	60.91	0.91	1.65	0	TUTUP
1267	61.57	1.57	0.66	0	TUTUP
1268	59.16	-0.84	-2.41	80	BUKA
1269	61.00	1.00	1.84	0	TUTUP
1270	60.52	0.52	-0.48	38.4	TUTUP
1271	59.38	-0.62	-1.14	80	BUKA
1272	61.56	1.56	2.18	0	TUTUP
1273	59.82	-0.18	-1.74	80	BUKA
1274	61.47	1.47	1.65	0	TUTUP
1275	58.97	-1.03	-2.50	80	BUKA
1276	60.79	0.79	1.82	0	TUTUP
1277	59.47	-0.53	-1.32	80	BUKA

1278	59.97	-0.03	0.50	1.2	TUTUP
1279	60.17	0.17	0.20	0	TUTUP
1280	59.01	-0.99	-1.16	80	BUKA
1281	60.80	0.80	1.79	0	TUTUP
1282	58.56	-1.44	-2.24	80	BUKA
1283	61.17	1.17	2.61	0	TUTUP
1284	59.40	-0.60	-1.77	80	BUKA
1285	60.67	0.67	1.27	0	TUTUP
1286	58.56	-1.44	-2.11	80	BUKA
1287	59.80	-0.20	1.24	8	TUTUP
1288	59.11	-0.89	-0.69	55.2072	BUKA
1289	59.84	-0.16	0.73	6.4	TUTUP
1290	59.28	-0.72	-0.56	44.8	BUKA
1291	60.77	0.77	1.49	0	TUTUP
1292	60.68	0.68	-0.09	7.2	TUTUP
1293	58.81	-1.19	-1.87	80	BUKA
1294	59.01	-0.99	0.20	39.6	TUTUP
1295	60.07	0.07	1.06	0	TUTUP
1296	58.46	-1.54	-1.61	80	BUKA
1297	61.13	1.13	2.67	0	TUTUP
1298	58.89	-1.11	-2.24	80	BUKA
1299	60.57	0.57	1.68	0	TUTUP
1300	59.32	-0.68	-1.25	80	BUKA
1301	58.77	-1.23	-0.55	52.9057	BUKA
1302	60.38	0.38	1.61	0	TUTUP
1303	59.57	-0.43	-0.81	64.7949	BUKA
1304	61.06	1.06	1.49	0	TUTUP
1305	59.43	-0.57	-1.63	80	BUKA
1306	61.15	1.15	1.72	0	TUTUP
1307	58.70	-1.30	-2.45	80	BUKA
1308	60.63	0.63	1.93	0	TUTUP
1309	58.32	-1.68	-2.31	80	BUKA
1310	59.12	-0.88	0.80	35.2	TUTUP



Lampiran 7 (lanjutan)

1311	60.55	0.55	1.43	0	TUTUP
1312	60.80	0.80	0.25	0	TUTUP
1313	58.41	-1.59	-2.39	80	BUKA
1314	60.28	0.28	1.87	0	TUTUP
1315	58.65	-1.35	-1.63	80	BUKA
1316	60.83	0.83	2.18	0	TUTUP
1317	59.16	-0.84	-1.67	80	BUKA
1318	60.40	0.40	1.24	0	TUTUP
1319	58.97	-1.03	-1.43	80	BUKA
1320	60.54	0.54	1.57	0	TUTUP
1321	58.91	-1.09	-1.63	80	BUKA
1322	61.34	1.34	2.43	0	TUTUP
1323	59.09	-0.91	-2.25	80	BUKA
1324	61.34	1.34	2.25	0	TUTUP
1325	61.08	1.08	-0.26	18.4284	TUTUP
1326	59.82	-0.18	-1.26	80	BUKA
1327	59.14	-0.86	-0.68	54.4	BUKA
1328	59.72	-0.28	0.58	11.2	TUTUP
1329	60.43	0.43	0.71	0	TUTUP
1330	61.22	1.22	0.79	0	TUTUP
1331	60.22	0.22	-1.00	71.2	BUKA
1332	60.27	0.27	0.05	0	TUTUP
1333	59.72	-0.28	-0.55	44	BUKA
1334	60.72	0.72	1.00	0	TUTUP
1335	58.92	-1.08	-1.80	80	BUKA
1336	58.27	-1.73	-0.65	73.8037	BUKA
1337	60.69	0.69	2.42	0	TUTUP
1338	60.38	0.38	-0.31	24.8	TUTUP
1339	58.92	-1.08	-1.46	80	BUKA
1340	59.69	-0.31	0.77	12.4052	TUTUP
1341	60.40	0.40	0.71	0	TUTUP
1342	58.87	-1.13	-1.53	80	BUKA
1343	59.77	-0.23	0.90	9.2	TUTUP

1344	60.31	0.31	0.54	0	TUTUP
1345	58.94	-1.06	-1.37	80	BUKA
1346	60.60	0.60	1.66	0	TUTUP
1347	58.82	-1.18	-1.78	80	BUKA
1348	61.01	1.01	2.19	0	TUTUP
1349	59.43	-0.57	-1.58	80	BUKA
1350	60.54	0.54	1.11	0	TUTUP
1351	58.66	-1.34	-1.88	80	BUKA
1352	59.46	-0.54	0.80	21.6	TUTUP
1353	58.26	-1.74	-1.20	80	BUKA
1354	60.42	0.42	2.16	0	TUTUP
1355	59.02	-0.98	-1.40	80	BUKA
1356	61.35	1.35	2.33	0	TUTUP
1357	58.96	-1.04	-2.39	80	BUKA
1358	59.32	-0.68	0.36	27.2	TUTUP
1359	59.52	-0.48	0.20	19.2	TUTUP
1360	60.98	0.98	1.46	0	TUTUP
1361	58.66	-1.34	-2.32	0	TUTUP
1362	61.68	1.68	3.02	0	TUTUP
1363	60.73	0.73	-0.95	50.7958	BUKA
1364	58.34	-1.66	-2.39	80	BUKA
1365	59.72	-0.28	1.38	11.2	TUTUP
1366	60.80	0.80	1.08	0	TUTUP
1367	58.83	-1.17	-1.97	80	BUKA
1368	59.57	-0.43	0.74	17.2	TUTUP
1369	61.33	1.33	1.76	0	TUTUP
1370	59.58	-0.42	-1.75	80	BUKA
1371	61.29	1.29	1.71	0	TUTUP
1372	60.30	0.30	-0.99	68	BUKA
1373	58.89	-1.11	-1.41	80	BUKA
1374	59.72	-0.28	0.83	11.2	TUTUP
1375	60.91	0.91	1.19	0	TUTUP
1376	59.07	-0.93	-1.84	80	BUKA

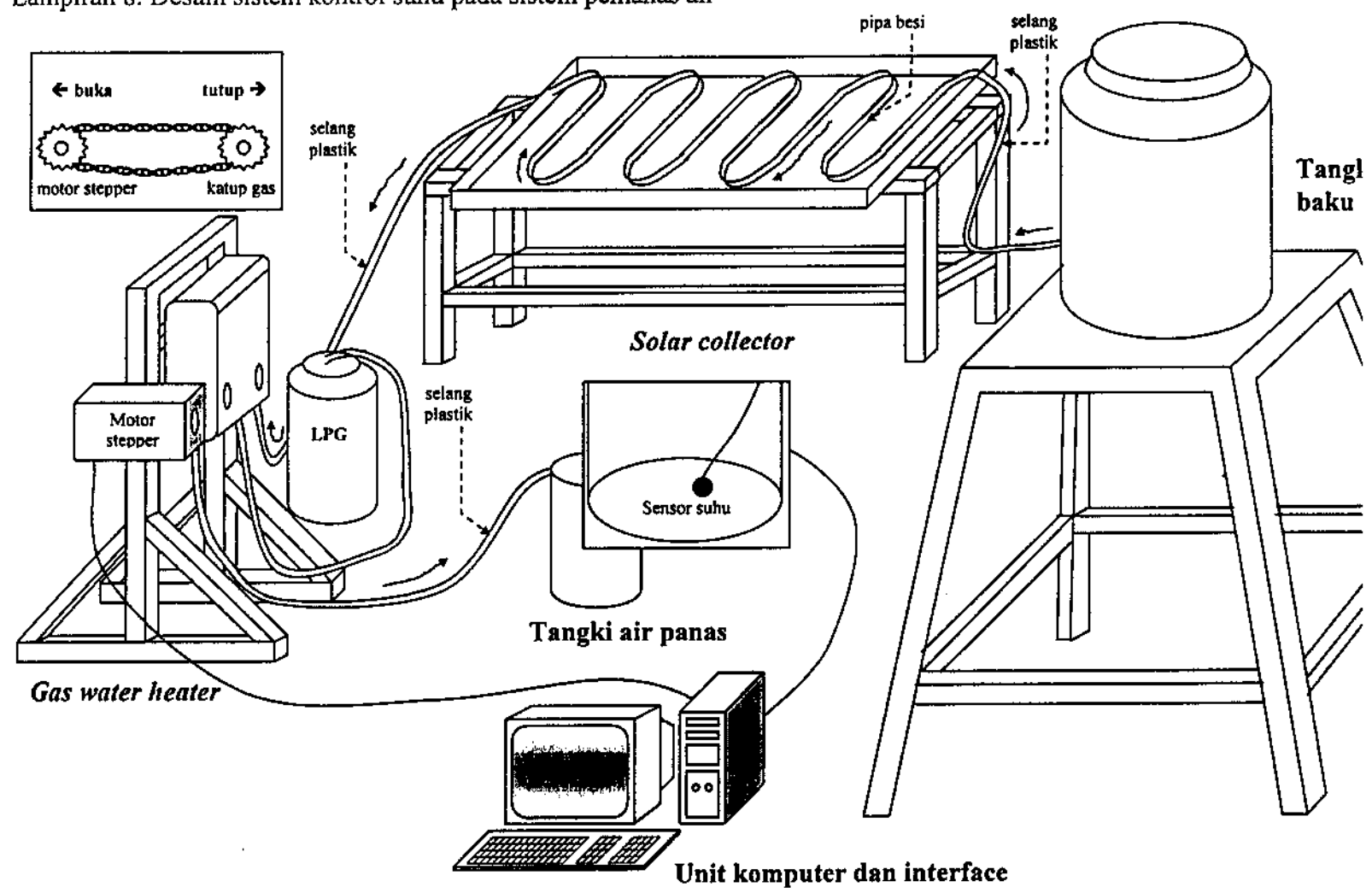


Lampiran 7 (lanjutan)

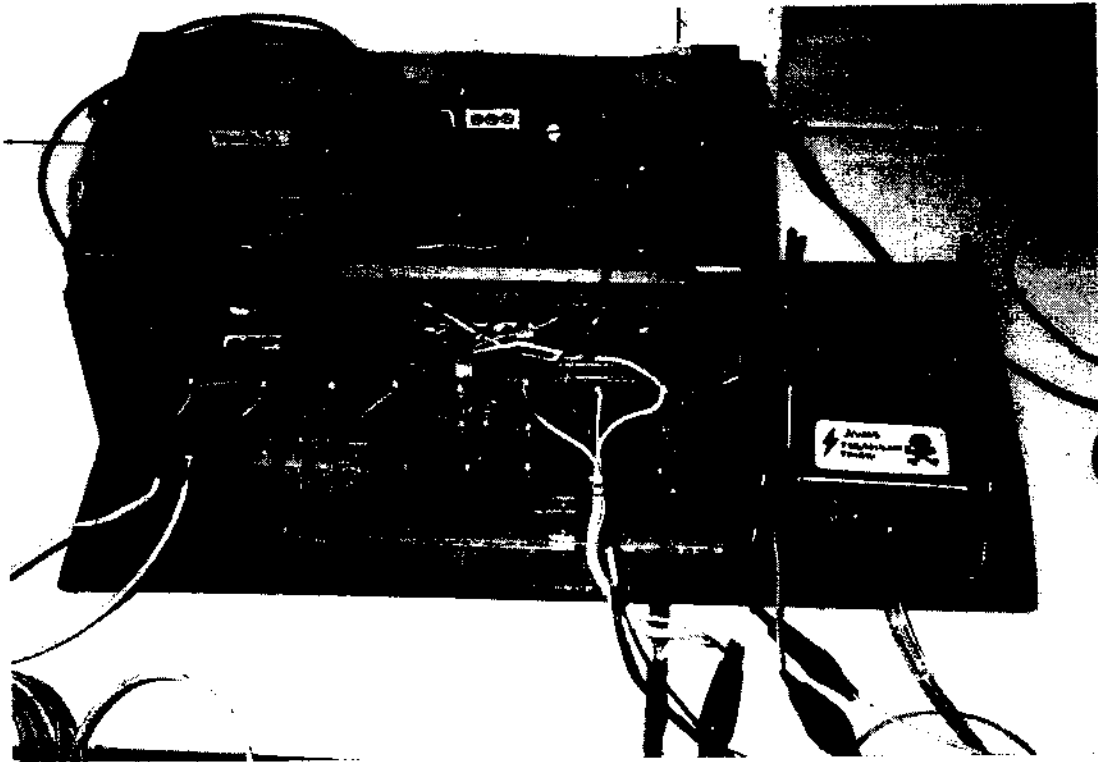
1377	60.43	0.43	1.36	0	TUTUP
1378	58.61	-1.39	-1.82	80	BUKA
1379	61.20	1.20	2.59	0	TUTUP
1380	60.33	0.33	-0.87	66.7954	BUKA
1381	59.52	-0.48	-0.81	64.8	BUKA
1382	61.49	1.49	1.97	0	TUTUP
1383	60.33	0.33	-1.16	66.8	BUKA
1384	58.94	-1.06	-1.39	80	BUKA
1385	61.40	1.40	2.46	0	TUTUP
1386	59.42	-0.58	-1.98	80	BUKA
1387	61.13	1.13	1.71	0	TUTUP
1388	58.53	-1.47	-2.60	80	BUKA
1389	59.17	-0.83	0.64	33.2	TUTUP
1390	60.12	0.12	0.95	0	TUTUP
1391	60.93	0.93	0.81	0	TUTUP
1392	59.46	-0.54	-1.47	80	BUKA
1393	60.66	0.66	1.20	0	TUTUP
1394	59.57	-0.43	-1.09	80	BUKA
1395	58.41	-1.59	-1.16	80	BUKA
1396	61.51	1.51	3.10	0	TUTUP
1397	59.20	-0.80	-2.31	80	BUKA
1398	60.50	0.50	1.30	0	TUTUP
1399	58.78	-1.22	-1.72	80	BUKA
1400	60.07	0.07	1.29	0	TUTUP
1401	59.62	-0.38	-0.45	36	TUTUP
1402	58.95	-1.05	-0.67	55.3362	BUKA
1403	59.11	-0.89	0.16	35.6	TUTUP
1404	60.33	0.33	1.22	0	TUTUP
1405	59.29	-0.71	-1.04	80	BUKA
1406	61.01	1.01	1.72	0	TUTUP
1407	60.68	0.68	-0.33	26.4	TUTUP
1408	59.01	-0.99	-1.67	80	BUKA
1409	59.74	-0.26	0.73	10.4	TUTUP

1410	60.31	0.31	0.57	0	TUTUP
1411	60.63	0.63	0.32	0	TUTUP
1412	61.39	1.39	0.76	0	TUTUP
1413	59.23	-0.77	-2.16	80	BUKA
1414	60.68	0.68	1.45	0	TUTUP
1415	61.68	1.68	1.00	0	TUTUP
1416	59.09	-0.91	-2.59	80	BUKA
1417	59.75	-0.25	0.66	16	TUTUP
1418	60.93	0.93	1.18	0	TUTUP
1419	58.65	-1.35	-2.28	80	BUKA
1420	59.67	-0.33	1.02	13.2	TUTUP
1421	60.60	0.60	0.93	0	TUTUP
1422	61.28	1.28	0.68	0	TUTUP
1423	59.94	-0.06	-1.34	80	BUKA
1424	58.60	-1.40	-1.34	80	BUKA
1425	59.24	-0.76	0.64	30.4	TUTUP
1426	61.78	1.78	2.54	0	TUTUP
1427	59.47	-0.53	-2.31	80	BUKA
1428	60.88	0.88	1.41	0	TUTUP
1429	61.00	1.00	0.12	0	TUTUP
1430	60.63	0.63	-0.37	29.5942	TUTUP
1431	58.85	-1.15	-1.78	80	BUKA
1432	60.73	0.73	1.88	0	TUTUP
1433	60.07	0.07	-0.66	52.8	BUKA
1434	59.74	-0.26	-0.33	26.4	TUTUP
1435	61.64	1.64	1.90	0	TUTUP
1436	59.41	-0.59	-2.23	80	BUKA
1437	60.67	0.67	1.26	0	TUTUP
1438	59.57	-0.43	-1.10	80	BUKA
1439	61.59	1.59	2.02	0	TUTUP
1440	58.92	-1.08	-2.67	80	BUKA

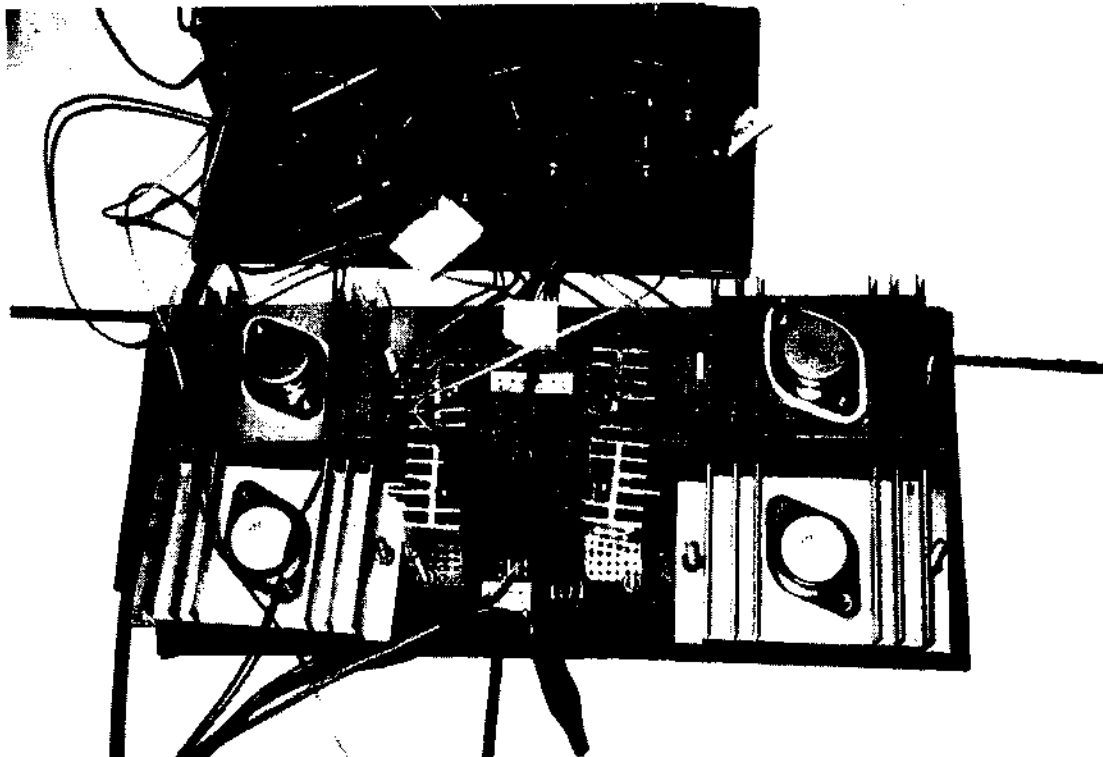
Lampiran 8. Desain sistem kontrol suhu pada sistem pemanas air



Lampiran 9. Rangkaian sensor dan driver motor stepper

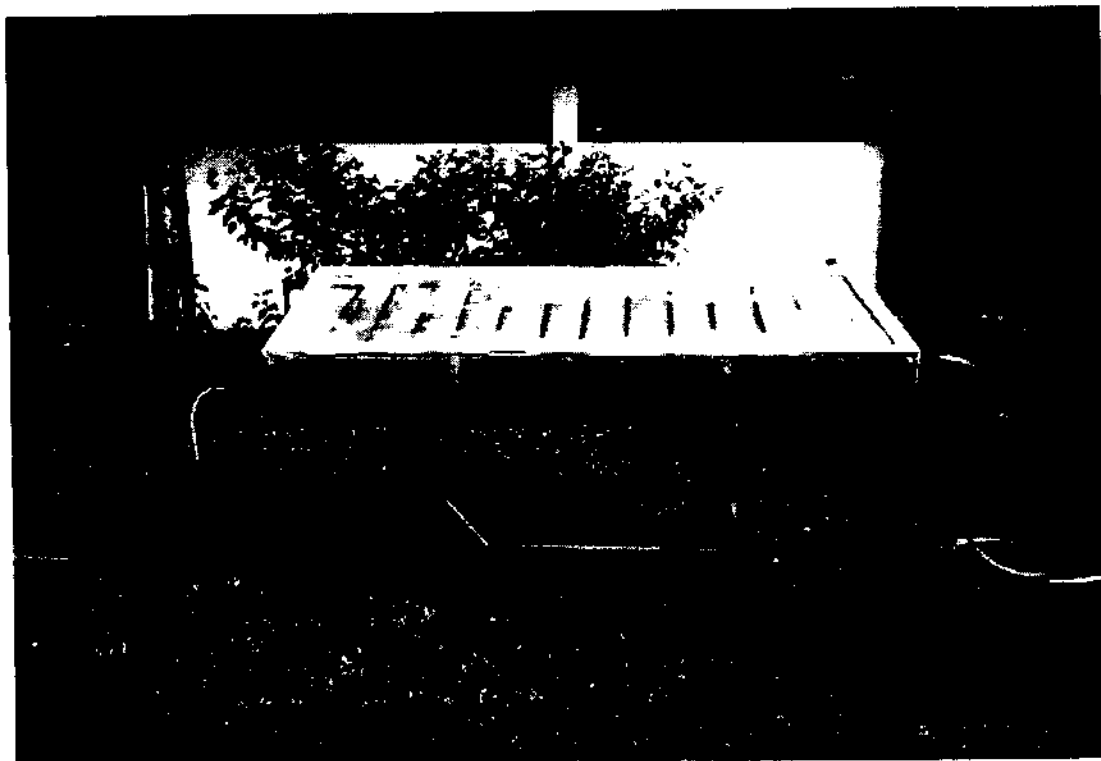


Rangkaian sensor suhu

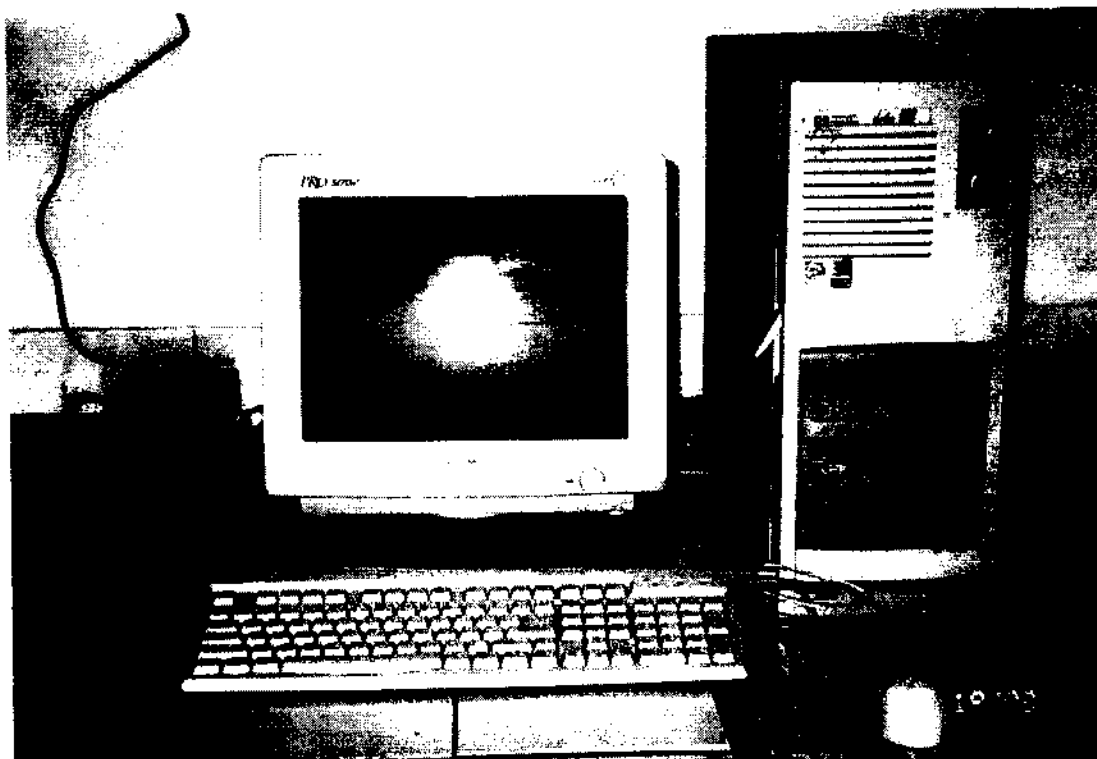


Rangkaian driver motor stepper

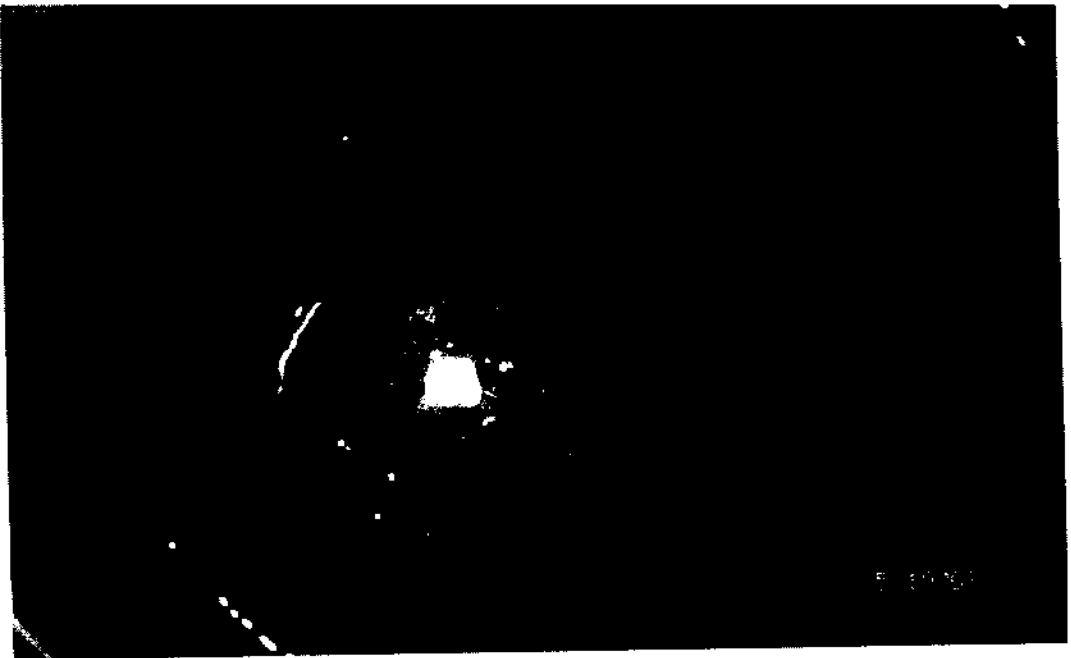
Lampiran 10. *Solar collector* dan unit komputer beserta interface



Solar collector



Unit komputer dan interface



Go Click cipta with IPB University

IPB University

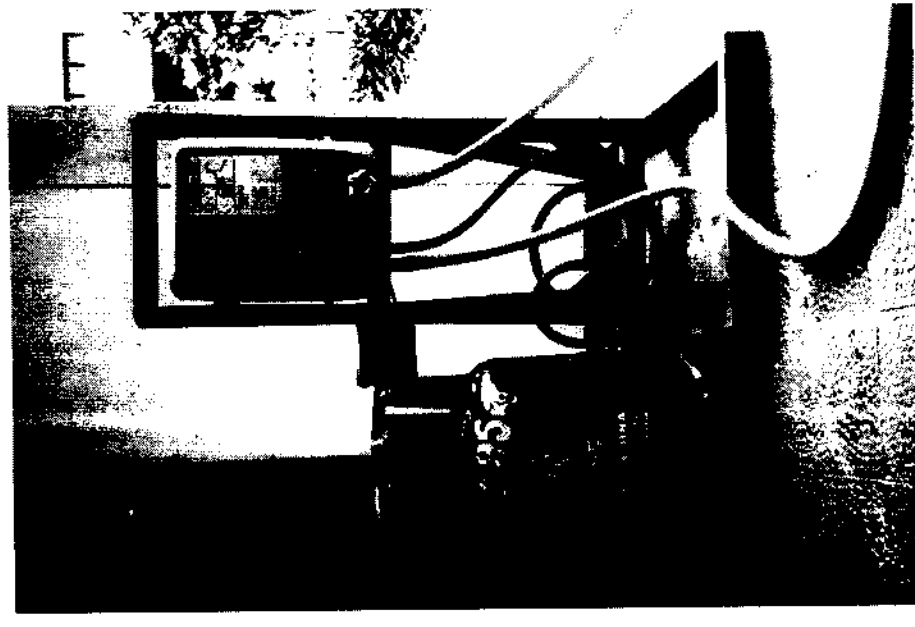
Hak Cipta: Pribadi yang berprestasi

1. Di bawah ini adalah beberapa karya yang telah dipublikasikan dan diterbitkan:
- a. Peningkatan mutu karya ilmiah yang diterbitkan, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan buku atau tulisan lain yang diterbitkan.
- b. Peningkatan mutu karya ilmiah yang diterbitkan, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan buku atau tulisan lain yang diterbitkan.
- c. Peningkatan mutu karya ilmiah yang diterbitkan, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan buku atau tulisan lain yang diterbitkan.

Lampiran 12. Tangki air bahan baku dan *gas water heater*

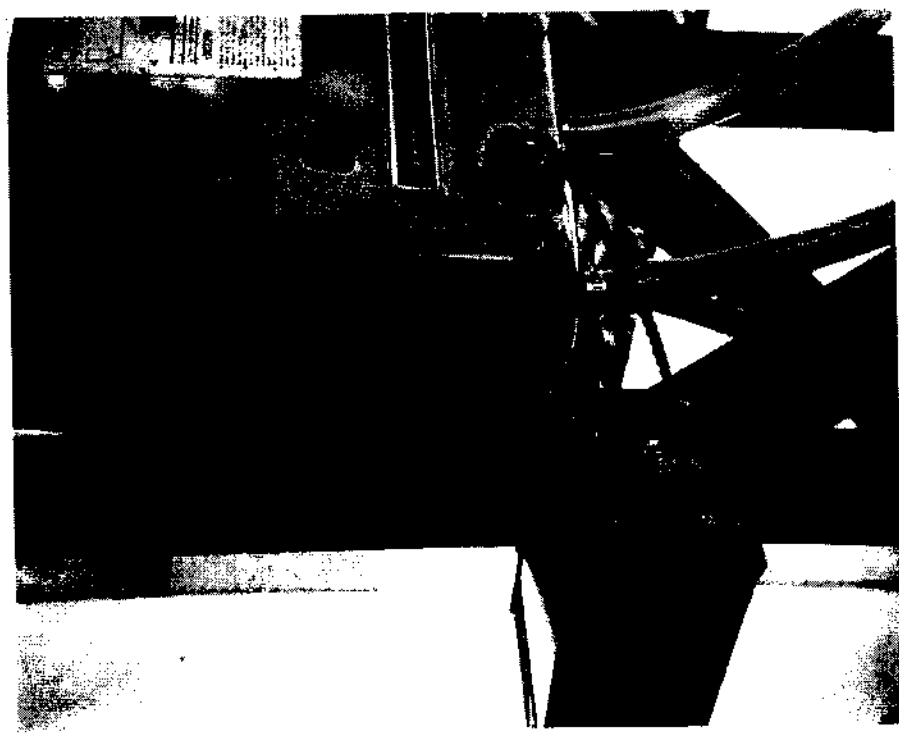


Tangki air bahan baku

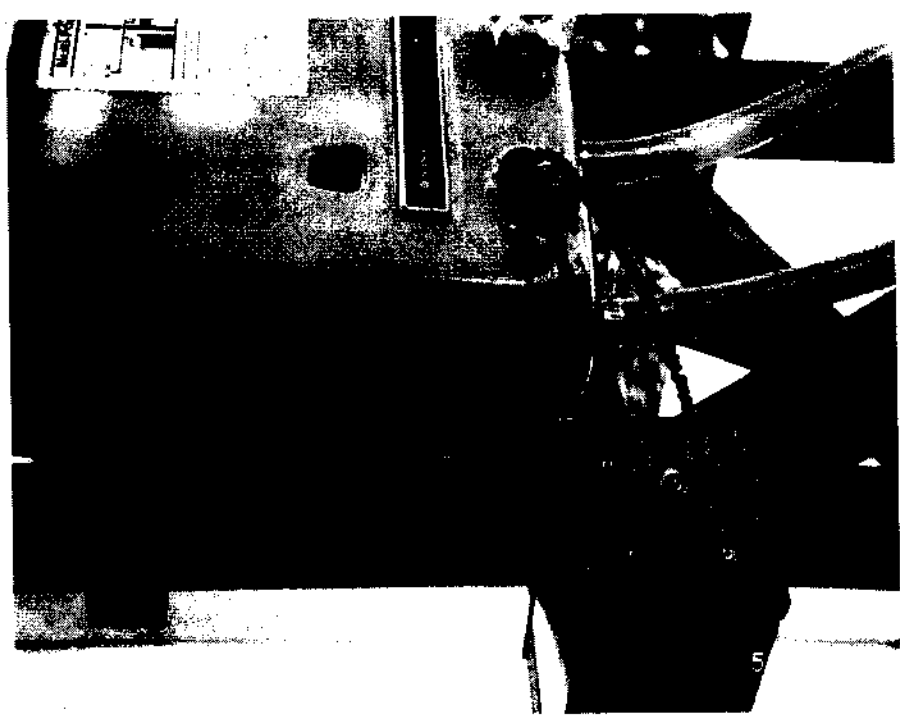


Gas water heater

Lampiran 13. Motor stepper dan kondisi nyala api gas water heater



Motor stepper menutup katup gas



Motor stepper membuka katup gas