



TUGAS AKHIR - TF145565

SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI THE KEMASAN

RAHMA RAHAYU DWI PUTRI

NRP. 10 51 15 000 00 032

Dosen Pembimbing :

Ir. Heri Joestiono, M.T

Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T, M.Sc

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI

DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018



TUGAS AKHIR - TF145565

SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN

RAHMA RAHAYU DWI PUTRI

NRP. 10 51 15 000 00 032

Dosen Pembimbing :

Ir. Heri Joestiono, M.T

Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T, M.Sc

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI

DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

ii

2018



FINAL PROJECT - TF145565

**AUTOMATION SYSTEM TEMPERATURE AND LEVEL
ON TANK MANUFACTURE TEA PRODUCTION MACHINE
TEA PACKAGING**

RAHMA RAHAYU DWI PUTRI

NRP. 10 51 15 000 00 032

Supervisor :

Ir. Heri Joestiono, M.T

Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T, M.Sc

**DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**

LEMBAR PENGESAHAN I

**“SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* PADA TANGKI
PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN”**

TUGAS AKHIR

Oleh :
RAHMA RAHAYU DWI PUTRI
NRP.1051150000032

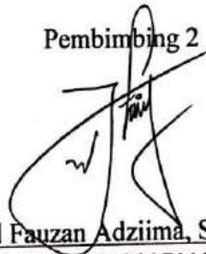
Surabaya, 19 Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing 1



Ir. Heri Joestiono, M.T.
NIP. 19531116 198003 1 001

Pembimbing 2



Ahmad Fauzan Adziima, S.T., M.Sc.
NPP. 1991201711052



Kepala Departemen Teknik
Instrumentasi ITS


Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN II

“SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN”

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Pada
Program studi D3 Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**RAHMA RAHAYU DWI PUTRI
NRP.10511500000032**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Heri Joestiono, M.T.  (Pembimbing 1)
2. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T., M.Sc.  (Pembimbing 2)
3. Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.  (Penguji 1)

**SURABAYA
2018**

SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN

Nama : Rahma Rahayu Dwi Putri
NRP : 1051150000032
Jurusan : Teknik Instrumentasi
Pembimbing : 1. Ir. Heri Joestiono, M.T
2. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T, M.Sc

Abstrak

Dengan banyaknya permintaan dan peluang bisnis teh kemasan yang sangat tinggi, maka diperlukan alat produksi yang memadai agar mempermudah, mempercepat dan menghindari biaya yang tinggi dalam memproduksi teh kemasan. Maka dari itu telah dilakukan sistem otomasi suhu dan *level* pada tangki pembuatan teh mesin produksi teh kemasan dengan menggunakan saklar otomatis *level float switch* yang diletakan dengan posisi *high* dan *low*. Dan otomasi suhu menggunakan termokopel tipe K dengan *range* suhu sebesar 0-400 derajat celcius dengan panjang kabel 1 m dan berat 20 g. *Level* dengan *set point high* 3,5 liter yaitu pada ketinggian 10 cm dan *set point low* sebesar 1,5 liter pada ketinggian 3 cm, pada saat air mencapai *set point* maka *float switch* akan dalam keadaan *on*. Karakteristik statis termokopel dengan *range* pengukuran 30°C hingga 70°C didapatkan nilai *Span* 40°C, Resolusi 0,01, Sensitivitas **0.90230C** , Histerisis 0.02%, Akurasi **99,4%**, *error* 0,6%. Pada karakteristik dinamis pada perubahan suhu terhadap waktu setiap kenaikan 1 menit suhu berubah rata-rata naik 3 derajat celcius. Pemasakan teh sebanyak 3,5 liter pada tangki pembuatan teh. Pemanasan air menggunakan elemen pemanas dengan daya 600 watt. Didapatkan hasil pengujian akhir dengan pemasakan teh sebanyak 3,5 liter memerlukan waktu selama 20 menit dan proses keseluruhan untuk pengisian tangki, pemasakan teh dan pengosongan tangki membutuhkan waktu selama 25 menit.

Kata kunci : *Level*, suhu, otomasi

**AUTOMATION SYSTEM TEMPERATURE AND LEVEL IN
TANK MANUFACTURE TEA PRODUCTION MACHINE
TEA PACKAGING**

Name : **Rahma Rahayu Dwi Putri**
NRP : **1051150000032**
Departement : **Instrumentation Engineering, ITS Surabaya**
Supervisor : **1. Ir. Heri Joestiono, M.T**
2. Ahmad Fauzan Adzūmaa, S.T., M.Sc

Abstract

With the high demand and high demand of packaged tea business, adequate production equipment is needed to facilitate, accelerate and avoid high cost in producing packaged tea. Therefore, temperature and level automation systems have been made in tea-making tanks of packaged tea production machines using automatic float switch level switches placed with high and low position. And temperature automation using K type thermocouple with temperature range 0-400 degree celcius with cable length 1 m and weight 20 g. Level with high 3.5 liter set point at 10 cm height and set point low of 1.5 liter at 3 cm height, when the water reaches set point then float switch will be on state. Static characteristics of thermocouple with range of measurement 30oC to 70oC got value of Span 40oC, Resolution 0,01, Sensitifivity, Hysteresis 0.02%, Accuracy, error 0,6%. On the dynamic characteristics of temperature changes over time each 1 minute rise in temperature changes on average rises 3 degrees Celsius. Cooking tea as much as 3.5 liters in tea tank. Water heating uses a heating element with 600 watts of power. The final test result with the cooking of tea as much as 3.5 liters takes 20 minutes and the whole process for filling the tank, cooking the tea and emptying the tank takes 25 minutes..

Keywords : *Level, temperature, otomation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN“ tepat pada waktunya.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua tercinta yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun materil serta dukungan yang sangat luar biasa
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Kepala Departmen Teknik Instrumentasi ITS yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada kami
3. Bapak Totok Ruki Biyanto selaku dosen wali
4. Bapak Ir. Heri Joestiono, M.T dan Bapak Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, arahan dan saran yang membantu selama proses pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Kepala Laboraturium Instrumentasi Industri yang telah memberikan izin menggunakan lab instrumentasi industry sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.
6. Terimakasih kepada teman satu kelompok, Amarul, Diah, Maulani, Erche dan Dimas yang telah bersama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir ini
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik untuk di kemudian hari. Demikian

laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 19 Juli 2018

Penulis

Rahma Rahayu Dwi Putri

NRP. 1051150000032

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Otomasi	5
2.1.1 Pengertian Sistem Otomasi	5
2.1.2 Manfaat Otomasi dalam suatu Sistem	5
2.1.3 Jenis-jenis Otomasi	7
2.1.4 Elemen Dasar dan Sistem Terotomasi	8
2.2 Sensor	9
2.2.1 Pengertian Sensor	9
2.2.2 Prosesor Sinyal	9
2.2.3 Penampil Data	10
2.2.4 Jenis-jenis Sensor	10
2.3 Pemanas Air	15
2.4 Aktuator	16
2.4.1 Solenoid Valve	16
2.4.2 Relay	18
2.4.3 Motor DC	18

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat	23
3.2 Gambaran Umum	25
3.3 Perancangan <i>Hardware</i>	25
3.3.1 Perancangan Rangkaian <i>Thermocouple Type K</i> ..	26
3.3.2 Display	29
3.4 Perancangan <i>Software</i>	29

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor	33
4.1.1 Pengujian Sensor <i>Thermocouple Type K</i>	33
4.1.2 Pengujian <i>Float Switch</i>	43
4.1.3 Pengujian Otomasi <i>Level</i>	45
4.1.4 Pengujian Sistem Keseluruhan	47
4.2 Pembahasan	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A *Datasheet Thermocouple type k*

LAMPIRAN B *Datasheet Float Level Switch*

LAMPIRAN C *Datasheet Atmega 16*

LAMPIRAN D *Datasheet Solenoid Valve*

LAMPIRAN E *Listing Program*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sensor <i>Thermocouple</i>	10
Gambar 2.2	<i>Thermocouple Type K</i>	11
Gambar 2.3	Rangkaian Dasar Termokopel.....	12
Gambar 2.4	Tegangan termokopel sebagai fungsi temperatur untuk berbagai bahan termokopel.....	13
Gambar 2.5	<i>Level Switch</i>	15
Gambar 2.6	Elemen Pemanas	16
Gambar 2.7	Solenoid Valve	16
Gambar 2.8	Cara Kerja Solenoid Valve	17
Gambar 2.9	Simbol Motor DC.....	19
Gambar 2.10	Konstruksi Motor DC.....	20
Gambar 2.11	Prinsip Kerja Motor DC.....	20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Mesin Produksi Teh Kemasan.....	23
Gambar 3.2	Diagram Blok Keseluruhan Perancangan Alat.....	25
Gambar 3.3	Diagram blok sensor dengan modul max6675	27
Gambar 3.4	Skematik Modul Max6675	27
Gambar 3.5	Tampilan LCD pada Panel.....	29
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Sistem Otomasi Suhu dan Level	30
Gambar 4.1	Sensor TP22 ThermoPalm.....	34
Gambar 4.2	Rangkaian Kalibrasi Sensor Termokopel dengan TP22 Thermopalm.....	34
Gambar 4.3	<i>Display</i> Pembacaan Suhu Termokopel pada Suhu 30-70 ⁰ C	35
Gambar 4.4	Grafik Uji Sensor Termokopel.....	36
Gambar 4.5	Grafik perubahan temperatur terhadap waktu.....	43
Gambar 4.6	Grafik Respon Aktuator.....	46
Gambar 4.7	Bentuk Alat Keseluruhan.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat	26
Tabel 3.2 Konfigurasi MAX6675 dengan Atmega16	28
Tabel 4.1 Tabel Uji Sensor.....	36
Tabel 4.2 Perhitungan Uji Sensor Termokopel.....	37
Tabel 4.3 Tabel Perubahan Temperatur Terhadap Waktu...	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>float Switch</i> Saat Kondisi <i>High</i>	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor <i>float Switch</i> Saat Kondisi <i>Low</i>	44
Tabel 4.6 Data hasil pengujian aktuator	45
Tabel 4.7 Data hasil pengujian otomasi level	46
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar teh kemasan dalam botol ternyata menggiurkan bagi pebisnis. Meningkatnya jumlah konsumen teh kemasan dalam botol membuat pebisnis lokal dan internasional bermunculan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan teh dalam kemasan. Jumlah konsumsi teh dalam kemasan di Indonesia menduduki posisi kedua setelah air mineral. Menurut data Asosiasi Industri Minuman Ringan (Asrim) tahun 2014 lalu, jumlah konsumsi teh dalam kemasan di Indonesia mencapai 2 miliar liter atau sebanyak 1,07 pon (0,5kg) daun teh per orang setahun. Tapi, konsumsi orang Indonesia sebenarnya masih kalah jauh dibanding Malaysia. Dalam setahun, Malaysia mengonsumsi sekitar 1,57 pon (0,7 kg) daun teh per orang. Sementara Turki tercatat sebagai negara dengan jumlah konsumsi teh paling tinggi, yakni 6,9 pon (3,12 kg) daun teh per orang. Disusul Inggris yang mengonsumsi 4,3 pon (1,9 kg) daun teh per orang per tahun, dan Selandia Baru sebanyak 2,6 pon (1,2kg) daun teh per orang. Dari data tersebut, teh kemasan tercatat sebagai jenis minuman teh paling populer di Indonesia dan merupakan jenis kedua terbanyak dikonsumsi setelah teh seduh. Alasannya, banyak orang yang memilih teh dalam kemasan karena saat ini, manusia dituntut untuk hidup praktis dan cepat. Teh dalam kemasan merupakan salah satu terobosan yang diciptakan untuk menemani gaya hidup cepat kaum urban yang menginginkan minuman segar tanpa repot. Kuantitas teh yang dikonsumsi diseluruh dunia lebih tinggi dibandingkan minuman berkarbonasi, kopi dan minuman beralkohol. Hampir seluruh masyarakat bahkan anak-anak gemar mengonsumsi teh, itu alasan mengapa produk teh menduduki posisi pertama di seluruh dunia. [1]

Otomasi adalah teknik untuk membuat perangkat, proses, atau sistem berjalan secara otomatis, status pada saat dioperasikan secara otomatis, mengendalikan operasi secara otomatis perangkat, proses, atau sistem dengan alat mekanis atau elektronik

yang menggantikan organ manusia untuk observasi, usaha, dan pengambilan keputusan. [2]

Dengan adanya sistem otomasi diharapkan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi atau menghilangkan pekerja rutin manual, meningkatkan safety bagi pekerja, meningkatkan kualitas produk, mengurangi waktu produksi, dan menghindari biaya tinggi. [3]

Dengan banyaknya permintaan dan peluang bisnis teh kemasan yang sangat tinggi, maka diperlukan alat produksi yang memadai agar mempermudah, mempercepat dan menghindari biaya yang tinggi dalam memproduksi teh kemasan. Maka dari itu penulis merancang sebuah alat pada tugas akhir ini yang berjudul “SISTEM OTOMASI SUHU DAN *LEVEL* TEH PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN”. Agar memudahkan dalam pembuatan teh secara otomatis.

1.2 Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah bagaimana Merancang Sistem Otomasi Suhu dan *Level* pada tangki pembuatan teh produksi teh kemasan.

1.3 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang sistem otomasi suhu pada Tangki Pembuatan Teh Mesin Produksi Teh Kemasan
- b. Merancang sistem otomasi *level* pada Tangki Pembuatan Teh Mesin Produksi Teh Kemasan

1.4 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Kantong pencelup dicelup dan dilepaskan secara manual
- b. Kantung teh dicelupkan pada saat motor dan *heater* menyala

- c. Takaran teh dicelupkan dengan berat 7,4 gram (setara dengan 4 buah kantung teh) untuk pertama kali pemasakan
- d. Untuk pemasakan teh ke-dua dan seterusnya takaran teh sebanyak 3,7 gram (setara dengan 2 buah kantung teh)
- e. Diasumsikan waktu pemasakan teh selama 20 menit sudah mencapai warna teh sesuai yang diharapkan

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu digunakan sebagai TUK (Tempat Uji Kompetensi) bagi mahasiswa Teknik Instrumentasi untuk mata kuliah Teknik Otomasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Otomasi

2.1.1 Pengertian Sistem Otomasi

Otomasi adalah suatu teknologi terkait dengan aplikasi mekanik, elektronik, dan komputer didasarkan sistem untuk beroperasi dan mengendalikan produksi. Teknologi ini meliputi [4]:

- a) Alat mesin otomatis untuk memproses *part*
- b) Mesin perakitan otomatis
- c) Robot industri
- d) Material otomatis yang menangani dan sistem gudang atau penyimpanan
- e) Sistem pemeriksaan otomatis untuk pengendalian mutu
- f) Pengawasan proses komputer kontrol balik
- g) Sistem komputer untuk perencanaan, pengumpulan data, dan pengambilan keputusan untuk mendukung memproduksi.

Jenis Otomasi untuk sistem produksi dapat digolongkan ke dalam tiga jenis basis dasar [4]:

- a) Otomasi yang ditetapkan perbaiki atau *fixed automation*
- b) Otomasi *programmable*
- c) Otomasi *fleksibel*

2.1.2 Manfaat otomasi dalam suatu sistem:

Dibawah ini merupakan beberapa alasan pemakaian sistem otomasi:

- Meningkatkan produktivitas perusahaan dimana ditandai dengan lebih besarnya out-put per jam orang, apabila diterapkan otomasi pada operasi manufaktur.
- Tingginya biaya tenaga kerja: kecenderungan meningkatnya biaya tenaga kerja di dunia industri, mendorong untuk menginvestasikan fasilitas otomasi yang relatif mahal. Dengan otomasi manufaktur yang

dapat meningkatkan laju produksi, menyebabkan harga per produk lebih rendah.

- Kurangnya tenaga kerja untuk kemampuan tertentu. Ini juga kecenderungan akibat dari industri pelayanan (lebih relevan dinegara maju), sehingga semakin sulit mendapatkan tenaga kerja dengan skill tertentu. Dengan otomasi manufaktur jumlah dan kemampuan yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk berkualitas lebih rendah.
- Tenaga kerja cenderung berpindah ke sektor pelayanan: ini kecenderungan dinegara maju dimana tenaga kerja lebih menyukai sektor pelayanan.
- Keamanan : dengan otomasi manufaktur pekerjaan lebih aman. Artinya keamanan atas kecelakaan kerja akibat operasi produksi maupun perpindahan operator pada lantai produksi lebih terjamin
- Tingginya harga bahan baku : mahalnya bahan baku sebagai input produksi membutuhkan efisiensi pemakaian bahan baku. Dengan otomasi manufaktur dapat mereduksi scrap rates.
- Meningkatkan kualitas produk ; otomasi tidak hanya dapat menghasilkan produk pada laju yang lebih cepat, tetapi kualitas produk juga dapat ditingkatkan, dibandingkan dengan metode manual.
- Menurunkan “Manufacturing lead time” (MLT) ; dengan otomasi manufaktur dapat direduksi waktu antara pesanan pelanggan sampai delivery produk. Itu dapat ditunjukkan dengan analisa kuantitatif pada subbab model matematis. Dengan demikian pelayanan terhadap pelanggan dapat lebih kompetitif.
- Menurunkan “in process inventory” ; ini karena otomasi manufaktur dapat menyelesaikan produk pada lantai produksi lebih cepat.
- Tingginya harga produk sebelum berotomasi ; karena banyaknya alasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dengan otomasi manufaktur biaya per satuan produk lebih rendah. Selain karena image dari industri

yang menerapkan otomasi manufaktur lebih baik daripada dengan metode manual, demikian pula dengan pelayanan terhadap pelanggan

2.1.3 **Jenis-jenis Otomasi**

Sistem produksi yang diotomatiskan dapat digolongkan ke dalam tiga jenis basis dasar:

1. Otomasi yang ditetapkan/perbaiki (fixed automation)
2. Otomasi programmable
3. Otomasi fleksibel [5]

1. Fixed automation

Fixed automation adalah suatu sistem di mana urutan memproses (atau perakitan) operasi ditetapkan oleh konfigurasi peralatan. urutan operasi pada umumnya sederhana. Adalah pengintegrasian dan koordinasi dari banyak operasi ke dalam satu peralatan yang membuat sistem kompleks.

Corak yang khas dari otomasi ditetapkan/perbaiki adalah:

- Investasi awal tinggi untuk peralatan custom-engineered
- Nilai produksi tinggi
- Secara relatif tidak fleksibel mengakomodasi perubahan produk

2. Otomasi Programmable

Peralatan produksi dirancang dengan kemampuan untuk berubah urutan operasi dan mengakomodasi bentuk wujud produk berbeda. Urutan Operasi dikendalikan oleh suatu program, yang mana satu set instruksi yang coded sedemikian sehingga sistem dapat membaca dan menginterpretasikannya. program baru dapat disiapkan dan dimasukkan ke peralatan untuk menghasilkan produksi baru. sebagian dari corak yang menandai otomasi programmable meliputi.

- Investasi tinggi di dalam general-purpose peralatan
- Nilai produksi rendah sehubungan dengan otomasi ditetapkan
- Fleksibilitas untuk perubahan di (dalam) bentuk produk
- Pantas untuk produksi mandi/rendaman

Sistem produksi otomatis programmable digunakan untuk volume produksi sedang dan rendah.

3. Otomasi fleksibel

Adalah suatu perluasan dari otomasi programmable. Suatu sistem otomat fleksibel adalah yang mampu untuk memproduksi berbagai produk (atau memisahkan) dengan hampir tidak ada waktu hilang untuk perubahan sistem kerja dari satu produk kepada yang berikutnya. tidak ada waktu produksi hilang sedang reprogramming sistem dan pada saat setup (tooling, fixtures, machine settings). Consequently, sistem dapat menghasilkan berbagai kombinasi dan jadwal produk, sebagai gantinya menuntut mereka membuat produk secara terpisah. Tipe dari otomasi fleksibel adalah :

- Investasi tinggi untuk suatu sistem custom-engineered
- Produksi campuran variabel produk berlanjut
- Nilai produksi Medium
- Fleksibilitas dalam mendisain variasi product [5]

2.1.4 Elemen Dasar dari Sistem Terotomasi

Terdapat tiga elemen dasar yang menjadi dasar bagi sistem otomasi yaitu power, program, dan kontrol sistem yang semuanya mendukung proses otomasi tersebut.

a. Power

Power atau sumber energi dari sistem otomasi digunakan untuk mengoperasikan beberapa proses dan menggerakkan serta mengendalikan semua komponen dari sistem otomasi. Power atau bisa dikatakan sumber energi dari sistem otomasi berfungsi untuk menggerakkan semua komponen dari sistem otomasi. Sumber energi bisa menggunakan energi listrik, baterai, ataupun Accu, semuanya tergantung dari tipe sistem otomasi itu sendiri.

b. Program of Instruction

Untuk program instruksi perintah pada sistem kontrol mekanis maupun rangkaian elektronika tidak menggunakan bahasa pemrograman dalam arti sesungguhnya, karena sifatnya yang analog. Untuk sistem kontrol yang menggunakan komputer dan keluarganya (PLC dan

Mikrokontroler) bahasa pemrograman merupakan hal yang wajib ada. [6]

2.2 Sensor

2.2.1 Pengertian Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. sebagai contoh adalah sensor termokopel yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (GGL) yang kecil. GGL yang kecil ini oleh bagian sistem pengukuran yang lain dapat diperkuat sehingga diperoleh pembacaan pada alat ukur.

2.2.2 Prosesor sinyal

Bagian ini merupakan elemen sistem instrumentasi yang akan mengambil keluaran dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu bentuk besaran yang cocok untuk tampilan dan transmisi selanjutnya dalam beberapa sistem kontrol. Seperti pengondisi sinyal (signal conditioner) merupakan salah satu bentuk prosesor sinyal.

2.2.3 Panampil data

Elemen terakhir pada sebuah sistem instrumentasi pengukuran adalah panampil data. Elemen ini menampilkan nilai-nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat, seperti melalui sebuah alat panampil (display), misalnya sebuah jarum penunjuk (pointer) yang bergerak disepanjang skala suatu alat ukur. Selain ditampilkan, sinyal tersebut juga dapat direkam, misalnya pada kertas perekam diagram atau pada piringan magnetik, ataupun ditransmisikan ke beberapa sistem yang lain seperti sistem kontrol/kendali.

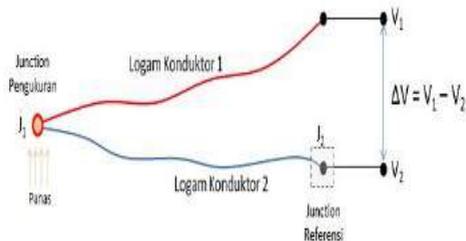
Dengan menggabungkan ketiga elemen-elemen pembentuk sistem instrumentasi pengukuran di atas, maka secara umum sistem pengukuran dapat digambarkan sebagai berikut. [7]

2.2.4 Jenis-jenis Sensor

1. Sensor Suhu

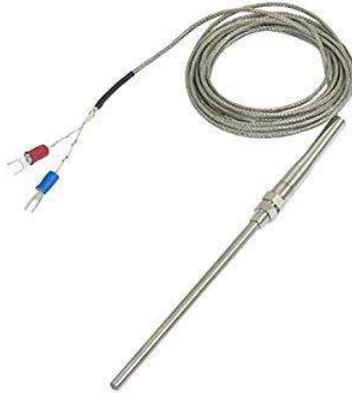
Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.

a. Prinsip Kerja Termokopel



Gambar 2.1 Sensor Thermocouple [8]

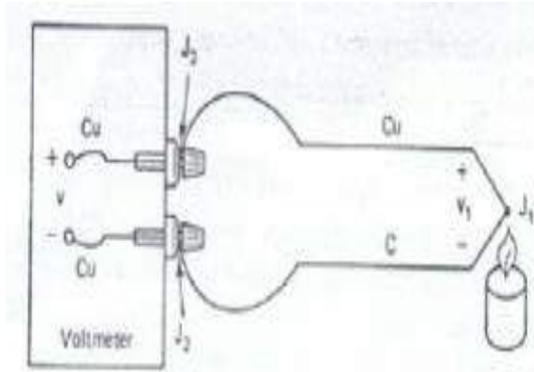
Berdasarkan Gambar diatas, ketika kedua persimpangan atau Junction memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau $V_1 = V_2$. Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau $V_1 - V_2$. Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar $1 \mu\text{V} - 70 \mu\text{V}$ pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti [8]



Gambar 2.2 *Thermocouple Type K* [8]

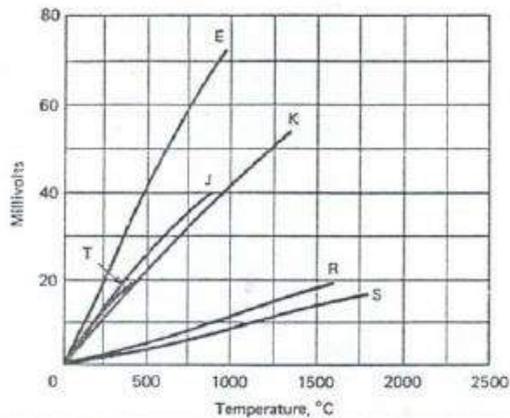
Thermocouple Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy), bahan logam konduktor positif : Nickel-Chromium, bahan logam konduktor negatif : Nickel-Aluminium. Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+1250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Namun pada thermocouple yang saya gunakan dengan rentang $0-400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Keluaran dari *thermocouple* berupa milivolt maka dari itu keluaran thermocouple harus dikuatkan dengan modul tambahan yaitu pengkondisi sinyal max6675 yang kemudian baru bisa dibaca oleh Mikrokontroler ATmega16.

Sebuah termokopel terdiri dari sepasang kawat logam yang tidak sama dihubungkan bersama-sama pada satuujung (ujung elemen atau ujung panas) dan berakhir pada ujung lain (titik referensi atau ujung dingin) yang dipertahankan pada suatu temperatur konstan yang diketahui. Bila antara ujung elemen dan titik referensi terdapat perbedaan temperatur, suatu ggl yang menyebabkan arus di dalam rangkaian akan dihasilkan. Bila titik referensi ditutup oleh sebuah alat ukur atau instrumen pencatat seperti dalam gambar, penunjukkan alat ukur tersebut akan sebanding dengan selisih temperatur antara ujung panas dan titik referensi. Efek termolistrik yang diakibatkan, oleh potensial-potensial kontak pada titik-titik sambung ini dikenal sebagai efek Seeback, menurut ahli fisika Jerman, Thomas Seeback.



Gambar 2.3 Rangkaian Dasar Termokopel [9]

Besarnya ggl termal bergantung pada bahan kawat yang digunakan dan padaselisih temperatur antara titik-titik sambung. Gambar 2.4 memperlihatkan ggl termal untuk beberapa bahan termokopelyang ada di pasaran. Nilai-nilai tegangan pada gambar 2 didasarkan padatemperatur referensi sebesar 32°F .



Gambar 2.4 Tegangan termokopel sebagai fungsi temperatur untuk berbagai bahan termokopel [9]

Untuk menjamin umur yang panjang dalam lingkungan operasinya, termokopel dilindungi di dalam sebuah logam

pelindung atau lobang yang ujungnya terbuka atau tertutup. Guna mencegah pengotoran termokopel bila yang digunakan adalah logam-logam mulia (platina dan paduannya), tabung proteksi dilembam secara kimia dan dihampakan dengan ketat. Karena termokopel biasanya berada pada lokasi yang jauh dari instrumen pencatat, sambungan-sambungan dibuat dengan menggunakan kawat - kawat perpanjangan (extention wires) khusus yang disebut kawat-kawat kompensasi. Ketelitian pengukuran maksimal dijamin bila kawat kompensasi adalah bahan yang sama dengan termokopel.

Pengukuran temperatur yang paling sederhana dengan menggunakan sebuah termokopel adalah menghubungkan langsung sebuah millivolt meter sensitif ke ujung dingin (temperatur referensi) yang dijaga konstan. Cara ini sederhana namun mempunyai kekurangan, pertama perlunya temperatur referensi yang harus dijaga secara konstan, yang berarti butuh media maupun teknik pengendalian temperatur referensi agar konstan. Kedua berarti defleksi alat pencatat hampir berbanding langsung dengan beda temperatur antara ujung panas dan titik referensi, padahal termokopel hanya dapat menyalurkan daya yang sangat terbatas untuk menggerakkan alat pencatat.

Metoda lain yang digunakan adalah pemakaian potensiometer dalam pengukuran temperatur menggunakan termokopel. Secara prinsip rangkaian ini memanfaatkan pergeseran potensiometer akibat variasi temperatur pada ujung panas termokopel. Kerugian dari sistem ini adalah memerlukan motor reversibel untuk menggerakkan potensiometer dan memerlukan sistem pengendalian otomatis (feed back control system) yang tidak sederhana. Secara praktis penggunaan sistem kendali otomatis dengan sistem elektromekanik menjadi tidak efisien lagi untuk diterapkan pada pengukuran temperatur yang menggunakan elemen termokopel.

Pengukuran secara praktis yang banyak dijumpai di dunia industri adalah penggunaan temperatur referensi secara elektronik, dimana untuk *cold junction* dikompensasi oleh elemen temperatur seperti termistor, maupun elemen IC. Bahkan untuk *cold junction temperature reference*, elemen, dan penguat

sudah dikemas dalam saturangkaian terintegrasi seperti AD 594,AD595, dll. [9]

2. Saklar Level

a. Pengertian *Level Float Switch*

Level Float Switch merupakan saklar otomatis yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian contohnya digunakan untuk mendeteksi suatu volume benda cair yang terdapat pada suatu tabung atau tangki penampungan seperti tangki air, tangki minyak dll. Prinsip kerjanya seperti pada sistem pengendali otomatis secara *on-off* dimana terdapat batas atas dan batas bawah dengan range yang ditentukan. Batas atas dan batas bawah ini ditentukan oleh pelampung yang terbuat dari plastik yang menempel pada batang besi yang ketinggiannya dapat diatur sesuai keinginan. Apabila ketinggian air di bawah *level switch* ini maka pelampung berada pada batas bawahnya dan ketika ketinggian cairan meningkat maka akan membuat pelampung ini naik hingga batas atasnya.

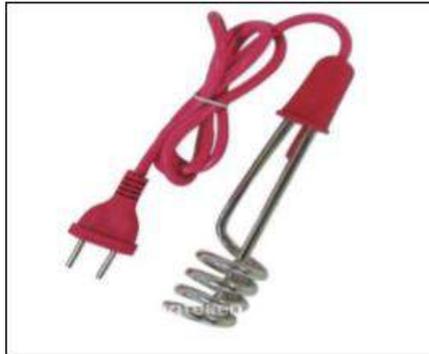
Sensor dari *level switch* berupa besi panjang sementara rangkaian kontrolnya berbentuk bulat yang terdapat di top feed bin. Rangkaian kontrol bagian dalam terdapat rangkaian elektronik berupa terminal yang dihubungkan ke perangkat listrik, ada 8 terminal dan 7 kabel. Namun yang dipasang hanya 4 kabel, ke-4 ini terdiri dari: kabel power positif (+) dan negatif (-), kabel pendeteksi *low*, kabel pendeteksi *high*. *Level Switch* mempunyai tegangan kerja antara 100-200 VAC dan mempunyai beban kerja sekitar 5 Ampere. [10]



Gambar 2.5 *Level Switch* [10]

2.3 Pemanas Air

Elemen pemanas merupakan lilitan kawat yang digunakan untuk menghasilkan panas dengan mengkonversikan energi listrik menjadi energi kalor. Cepat atau lambatnya air yang dipanaskan tergantung dari panas yang dihasilkan oleh elemen panas ini. Semakin baik bahan yang digunakan dan semakin daya listrik yang digunakan, maka semakin cepat air untuk mencapai suhu tinggi. [11]



Gambar 2.6 Elemen Pemanas [11]

2.4 Aktuator

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan.

2.4.1 Solenoid Valve

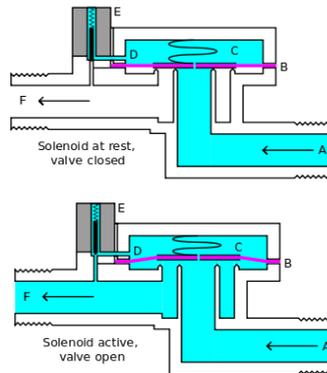
a. Gambaran Umum Solenoid Valve



Gambar 2.7 Solenoid Valve [12]

Solenoid Valve (SV) atau Katup listrik adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai koil sebagai penggerakannya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC, sv mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan diberi kode P, berfungsi sebagai terminal / tempat udara masuk atau supply, lalu lubang keluaran, diberi kode A dan B, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang exhaust diberi kode R, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve ditenagai atau bekerja. [12]

b. Cara Kerja Solenoid Valve



Gambar 2.8 Cara Kerja Selenoid Valve [13]

Solenoid valve merupakan salah satu alat atau komponen kontrol yang salah satu kegunaannya yaitu untuk menggerakkan tabung cylinder, Solenoid Valve merupakan katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya yang mana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran A atau B dari Solenodi Valve akan keluar udara yang berasal dari P atau supply, pada umumnya Solenoid Valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang

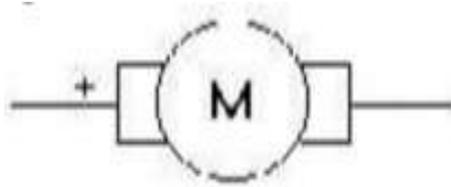
mempunyai tegangan kerja DC. Berdasarkan modelnya sv dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu solenoid valve single coil (satu kumparan) dan solenoid valve double coil (dua kumparan) tapi mempunyai cara kerja yang sama.

2.4.2 Relay

Relay adalah sebuah alat elektronik yang dapat mengubah kontak kontak saklar sewaktu alat ini menerima sinyal listrik. Relai atau control relai (CR) merupakan saklar magnet yang bekerja secara otomatis seperti halnya kontaktor magnet. Relai dibuat untuk tugas yang jauh lebih ringan bila dibanding dengan kontaktor. Kontak kontaknya pun jauh lebih kecil dan harus dibuat dari bahan konduktor yang baik. Bahan kontak relai umumnya digunakan logam perak, kadang digunakan logam berharga lainnya. Apabila kumparan diberi daya maka akan timbul medan magnet, akibatnya pegas kontak akan bergerak atau tertarik dan menempel pada kumparan. Ujung dari pegas kontak akan pindah dari posisi kekontak lainnya atau yang tadinya pada posisi NO (*Normally Open*), maka menjadi NC (*Normally Closed*). Apabila daya yang diberikan pada kumparan hilang, maka medan magnetpun akan hilang, sehingga pegas kontak akan kontak akan kembali keposisi semula kontak NC menjadi NO kembali. [13]

2.4.3 Motor DC

Motor listrik adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kegunaan dari energy mekanik itu sendiri banyak sekali, seperti untuk memutar fan, menggerakkan kompressor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Penggunaan motor listrik tidak hanya di bidang industri saja, tetapi banyak juga digunakan dalam perangkat rumah tangga, seperti kipas angin, mixer, pompa, bor listrik, dan masih banyak lainnya. Tetapi penggunaan motor DC yang paling banyak yaitu penggunaan motor listrik dibidang industri. Karena diperkirakan bahwa motor- motor yang ada di industri menggunakan sekitar 80 % beban listrik total. Oleh karena itu, motor listrik termasuk bagian terpenting dalam dunia industri. Pada Gambar 2.7 berikut ini merupakan simbol motor dalam sebuah rangkaian.



Gambar 2.9 Simbol Motor DC [14]

Seperti yang telah dijelaskan tadi bahwa motor DC mengubah tenaga listrik menjadi energi mekanik. Oleh karena itu, motor ini membutuhkan suplai berupa tegangan listrik agar bisa bekerja. Bagian - bagian dari motor DC itu sendiri ada dua yaitu stator dan rotor.

- a. stator adalah bagian yang tidak berputar. Di bagian inilah, kumparan medan terjadi.
- b. rotor adalah bagian yang berputar dan sering disebut sebagai kumparan jangkar.

Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam medan magnet, maka akan timbul tegangan yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga menghasilkan tegangan bolak-balik. Untuk menyuplai arus searah ke motor maka pada motor DC terdapat komutator yang berfungsi mensearahkan arus bolak-balik dari PLN ke Motor. [14] Arah putaran motor DC adalah searah dengan arah putaran jarum jam (Clock Wise/CW) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (Counter Clock Wise/CCW), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan. [15]

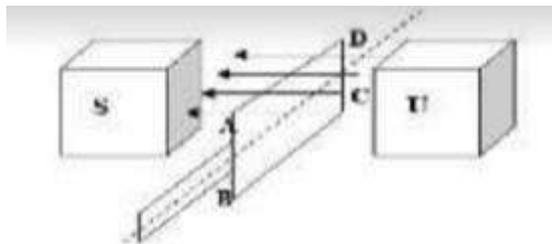
- a. Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator dan rotor dimana kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian

yang berputar). Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bias berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Berikut ini pada Gambar 2.8 merupakan bentuk fisik dari motor DC. [14]



Gambar 2.10 Kontruksi Motor DC [14]



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Motor DC [14]

Pada Gambar 2.9 kumparan ABCD terletak dalam medan magnet serba sama dengan kedudukan sisi aktif AD dan CB yang terletak tepat lurus arah fluks magnet. Sedangkan sisi AB dan DC ditahan pada bagian tengahnya, sehingga apabila sisi AD dan CB berputar karena adanya gaya lorentz, maka kumparan ABCD akan berputar. Hasil perkalian gaya dengan jarak pada suatu titik tertentu disebut momen, sisi aktif AD dan CB akan berputar pada porosnya karena pengaruh momen putar (T). Setiap sisi kumparan aktif AD dan CB pada gambar diatas akan mengalami momen putar sebesar

$$\mathbf{T} = \mathbf{F} \times \mathbf{r} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

T = momen putar(Torsi) (Nm)

F = gaya tolak (newton)

r = jarak sisi kumparan pada sumbu putar (meter)

Pada daerah dibawah kutub-kutub magnet besarnya momen putar tetap karena besarnya gaya lorentz. Hal ini berarti bahwa kedudukan garis netral sisi-sisi kumparan akan berhenti berputar. Supaya motor dapat berputar terus dengan baik, maka perlu ditambah jumlah kumparan yang digunakan. Kumparan-kumparan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga momen putar yang dialami setiap sisi kumparan akan saling membantu dan menghasilkan putaran yang baik. Dengan pertimbangan teknis, maka kumparan-kumparan yang berputar tersebut dililitkan pada suatu alat yang disebut jangkar, sehingga lilitan kumparan itupun disebut lilitan jangkar.

Adapun arus listrik yang melewati kumparan akan menyebabkan terbentuknya GGL lawan (Eb) pada kumparan sebesar, adapun rumus dari GGL dapat dilihat pada pers 2.2 :

$$\mathbf{E_b} = (\boldsymbol{\Phi} \times \mathbf{n} \times \mathbf{p}) / \mathbf{a} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Eb = GGL lawan (volt)

P = jumlah kutub-kutub motor

a = jumlah cabang sisi kumparan

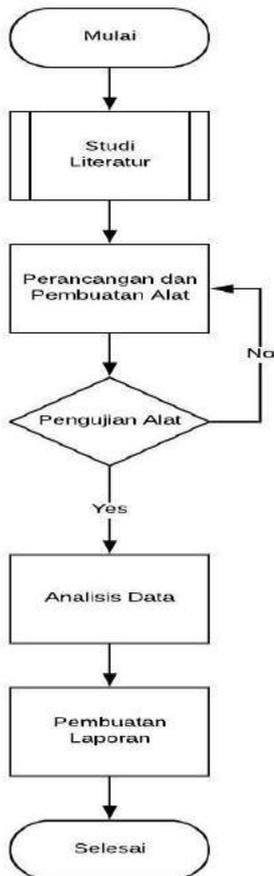
n = jumlah penghantar

Φ = fluks per kutub (maxwell) [14]

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

Untuk membuat serangkaian mesin produksi teh kemasan ini maka metode untuk pengerjaan alat ini akan dijelaskan pada diagram blok berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Mesin Produksi Teh Kemasan

Pada tugas akhir ini membuat sebuah perancangan sistem pengendalian *level*, suhu dan pengukuran kepekatan warna sebagai pembuatan teh. Prinsip kerja dari alat ini adalah menghasilkan teh dengan memantau tinggi level, suhu air dan kepekatan warna teh sehingga menjadi teh yang selanjutnya dapat dikemas.

Adapun penjelasan dari langkah-langkah pada *flowchart* di atas adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Pada studi literatur ini penulis mempelajari semua yang dibutuhkan pada tugas akhir. Baik perlengkapan yang dibutuhkan beserta spesifikasinya maupun cara kerja dari alat-alat tersebut.

b. Perancangan dan Pembuatan Alat

Pada bagian ini penulis merancang dan merangkai alat mulai dilakukan dengan membuat *Hardware* dan *software* dari sistem pengendalian, pembuatan *hardware* meliputi pembuatan mekanik alat dan pembuatan *software*.

c. Pengujian Alat

Pada tahap ini alat yang telah dibuat selanjutnya diuji. Pada tahap uji ini jika alat atau mesin yang dibuat sesuai dengan apa yang diinginkan, maka akan di analisis. Jika tidak, alat tersebut akan kembali dirancang dan dibuat hingga sesuai. Dan pada pengujian alat ini akan adanya *troubleshooting*.

d. Analisa Data

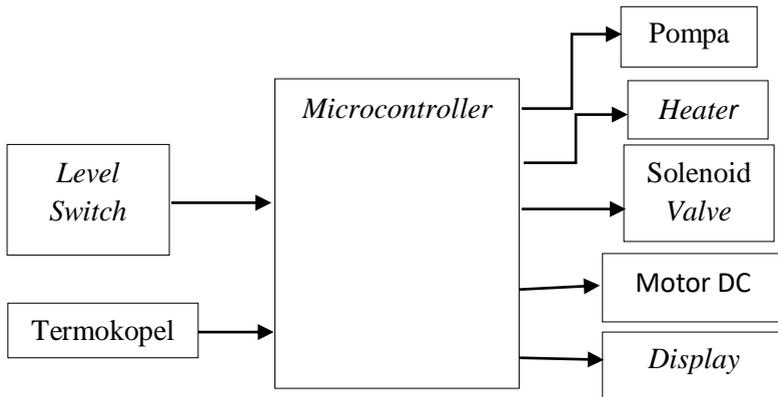
Setelah diuji, data dikumpulkan lalu di analisis. Pada analisa data ini data dikelompokkan dan melakukan perhitungan untuk menjawab point pada rumusan masalah.

e. Pembuatan Laporan

Setelah empat tahap di atas dilakukan, maka selanjutnya pembuatan laporan.

3.2 Gambaran Umum

Pada perancangan tugas akhir ini dilakukan sistem otomasi pada pembuatan teh pada mesin produksi teh kemasan. Sistem otomasi ini terdapat *level float switch* dan *thermocouple type k* yang diletakan pada tangki pembuatan teh sebagai saklar dan sensor. Selain itu ada juga *actuator* mulai dari pompa air galon otomatis, *heater*, *solenoid valve*, motor dc, dan *display* yang berupa *LCD*. Dan digunakan *atmega16* sebagai *microcontroller*.



Gambar 3.2 Diagram Blok Keseluruhan Perancangan Alat

Pada diagram blok di atas menjelaskan bahwa ketika level switch sesuai dengan set point, maka heater dan motor dc menyala dan valve akan menutup. Kemudian termokopel membaca suhu, setelah sesuai dengan set point maka heater akan mati. Saat photodiode mendeteksi kepekatan warna sesuai set point maka sistem pemasakan selesai dan solenoid valve akan membuka untuk mengalirkan air teh ke sistem selanjutnya.

3.3 Perancangan *Hardware*

Untuk perancangan hardware sistem otomasi suhu dan level ini diperlukan alat dan bahan sebagai berikut:

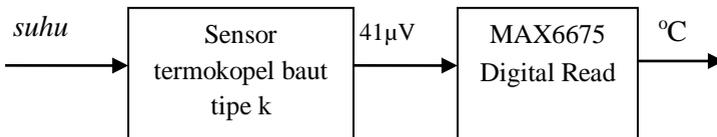
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat

Kode	Keterangan	Spesifikasi
A	Tangki Pemanas	Diameter 20 cm, panjang 26 cm
B	Motor DC	12VDC
C	Selonoid Valve	Diameter ½ dim, 24 VDC
D	<i>Level switch</i>	Dengan kondisi <i>high</i> dan <i>low</i>
E	<i>Thermocouple Type K</i>	Dengan spesifikasi range suhu 0-400°C
F	Elemen Pemanas	Daya Sebesar 600 Watt

3.3.1 Perancangan rangkaian *Thermocouple type K*

a. Perancangan rangkaian *Sensing Element*

Dalam perancangan tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah sensor suhu termokopel baut type k. Sensor ini diletakkan di *outlet* boiler yang tentunya uap kering yang dihasilkan memiliki temperatur dan tekanan yang tinggi. Untuk itu digunakan sensor tersebut dikarenakan memiliki range suhu yang cukup tinggi. Sensor termokopel baut tipe K merupakan tipe sensor analog. Sensor tersebut terlebih dahulu dikonversi dengan ADC agar dapat terbaca pada *display*. Output sensor termokopel masih sangat kecil yaitu dalam μV . Agar dapat terbaca maka perlu dikuatkan menggunakan rangkaian MAX6675. MAX6675 merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai penguat sekaligus rangkaian ADC karena output yang dikeluarkan langsung berupa data temperatur ($^{\circ}\text{C}$) / *DigitalRead*. Spesifikasi dari sensor termokopel baut tipe K yaitu 0-400°C.

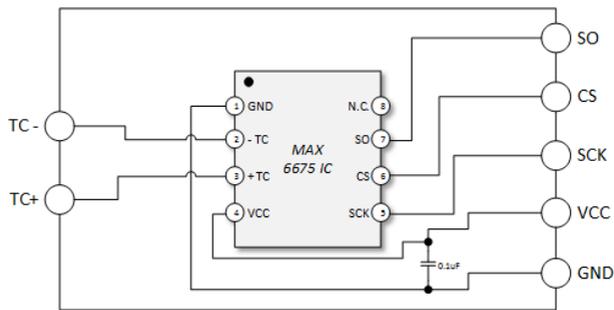


Gambar 3.3 Diagram blok sensor dengan modul max6675

Sumber tegangan yang digunakan pada pengujian sensor ialah dari Atmega16 sebesar 5V dan ADC 10 bit dari MAX6675. Output sensor berupa tegangan μV yaitu sebesar $41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Kemudian dikuatkan dengan MAX6675 agar menjadi volt (V) dengan rumus pendekatan karakteristik

$$V_{\text{out}} = (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) 5 (T_r - T_{\text{AMB}}) \quad (4.1)$$

Berikut ini merupakan rangkaian *skematik* dari modul MAX6675 yang terdiri dari rangkaian *input* dan *output*



Gambar 3.4 Skematik Modul Max6675

Gambar diatas merupakan skematik modul Max6675 , modul ini nantinya akan mengirimkan data kepada mikrokontroller. Pada modul Max6675 terdiri dari 7 kaki, dimana 2 kaki *input* dan 5 kaki untuk *output*, pada *input* mendapat probe dari sensor termokopel sedangkan pada kaki *output* disambungkan pada mikrokontroller Atmega16, Konfigurasi dari sensor termokopel, MAX6675, dengan Atmega16 dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Konfigurasi MAX6675 dengan Atmega16

Konfigurasi MAX6675 dengan Atmega16	
Sensor Pin	Pin Atmega16
GND	Ground
VCC	Vcc
SO	Portd 5
Cs	Portd 4
Sck	Portd 3

b. Perancangan Rangkaian Atmega16

Pada perancangan sistem monitoring ini menggunakan Atmega16. Hal ini digunakan karena sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam menggunakan fungsi-fungsi mikrokontroler tersebut yang berfungsi sebagai tempat pengidentifikasi *input* dan *output* data. Pada mikrokontroler Atmega ini diaktifkan tiap port pada *power*, ADC, dan digital.

Sebagai aktivasi mikrokontroler Atmega16 ini mendapatkan sumber tegangan 5 volt.

3.3.2 *Display*

Display merupakan suatu modul penampil. Untuk hal ini digunakan untuk menampilkan data yang terdeteksi oleh sensor sehingga dapat ditampilkan data berupa *digital* yang menunjukkan nilai suhu pada *steam output* boiler. Berikut ini merupakan rangkaian *skematik LCD (Liquid Crystal Display)* ke mikroontroller Atmega16 dapat dilihat pada gambar berikut ini.

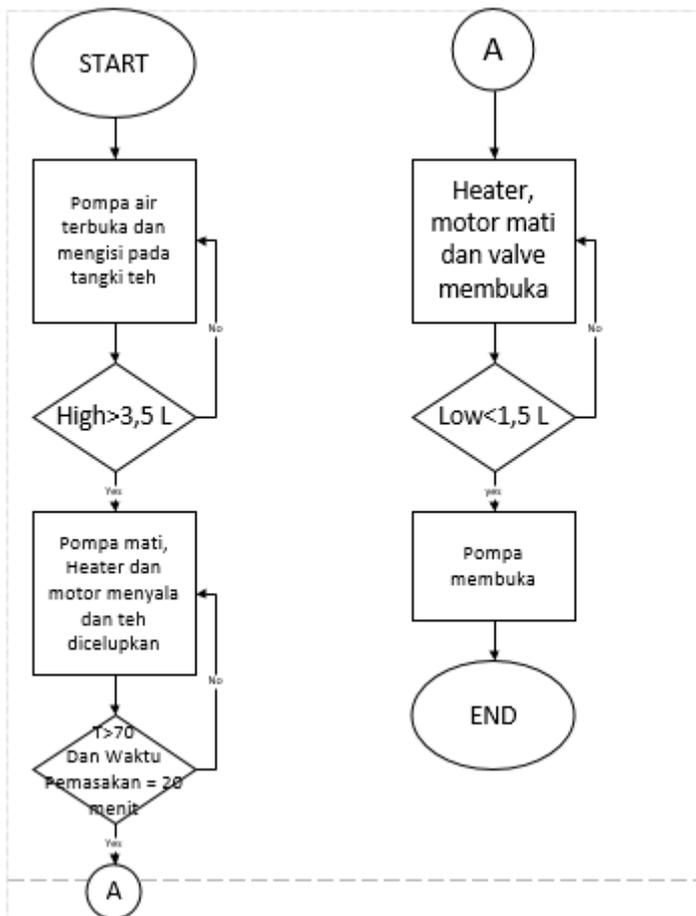


Gambar 3.5 Tampilan *LCD* pada Panel

Gambar 3.5 merupakan tampilan *LCD* pada panel. Dalam pembuatan tugas akhir ini menggunakan *LCD* 20x4 sebagai tampilan nilai yang dikeluarkan oleh sensor termokopel K yang terpasang pada panel. Untuk itu diperlukan rangkaian *LCD* 20x4 yang tersambung dengan *microkontroller* Atmega16 melalui kabel *jumper*.

3.4 Perancangan Software

Dalam pembuatan perangkat lunak / program dalam mikrokontroler menggunakan CodeVisionAVR C Compiler. Selanjutnya program akan disimpan dalam memori data dan memori program. *Flowchart* dari perangkat lunak merupakan alur dari jalannya sistem yang akan dibuat. *Flowchart* dari perangkat lunak di bawah ini:



Gambar 3.6 Flowchart Sistem Otomasi Suhu dan Level

Pada *flowchart* di atas menjelaskan bahwa pada keadaan awal pompa air dalam keadaan terbuka yaitu mengalirkan air ke tangki pembuatan teh. Setelah tangki mencapai *set point* yaitu 3,5 liter maka *valve* dari tangki 1 akan tertutup, jika belum mencapai *set point* maka pompa akan tetap terbuka. Selain pompa air menutup, *heater* dan motor dc menyala, dan teh dicelupkan disaat yang bersamaan. Selanjutnya jika suhu telah mencapai *set point*, yaitu sebesar 70 derajat celcius maka heater akan mati.

Dilanjutkan oleh pemasakan teh selama 20 menit, jika telah mencapai 20 menit maka sistem telah selesai dan semua akan mati dan solenoid *valve* akan membuka dan mengalirkan air teh pada sistem selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Sensor

4.1.1 Pengujian Sensor Termokopel Tipe K

Berikut ini merupakan hasil perancangan sistem otomasi suhu pada tangki pembuatan teh mesin produksi teh kemasan.

Pada sistem otomasi suhu ini menggunakan sensor termokopel baut tipe K dimana mempunyai range pengukuran sebesar 0-400 °C. Sensor termokopel dipasang pada tutup tangki pembuatan teh.

Agar dapat mengetahui dan menganalisa sensor yang digunakan dan rangkaian yang telah dibuat agar dapat berfungsi dengan baik diperlukan adanya pengujian terhadap rangkaian yang telah dibuat. Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui karakteristik statik maupun karakteristik dinamik daripada sensor termokopel bauk tipe K.

Pengujian alat ukur ini dilakukan dengan membandingkan alat ukur standar dengan alat ukur suhu yang digunakan. Pengujian sensor ini dilakukan di laboratorium Elektronika Industri, ITS. Alat ukur standar yang digunakan adalah TP22 ThermoPalm yang telah standard dan terkalibrasi langsung dibandingkan dengan sensor termokopel K. Dalam hal ini kedua alat ukur tersebut mempunyai fungsi yang sama yaitu untuk mengukur suhu. Sensor TP22 ThermoPalm ini merupakan sensor suhu yang keluarannya berbentuk data digital yang ditampilkan pada Display.

Pengujian sensor termokopel dengan menggunakan sensor TP22 ThermoPalm ini dilakukan dengan suhu sebesar 30 derajat celcius sampai dengan 70 derajat celcius pada air yang telah dipanaskan pada *heater*. Pembacaan dilakukan dengan merendam kedua sesor tersebut di air panas. Pengujian dilakukan sebanyak

dua kali dengan titik pengukuran sebanyak lima yaitu 30, 40, 50, 60 derajat celcius. Setelah itu hasil dari pembacaan kedua sensor tersebut akan dibandingkan.

Berikut ini merupakan rangkaian kalibrasi pada sensor termokopel dengan kalibrator TP22 ThermoPalm.



Gambar 4.1 Sensor TP22 ThermoPalm



Gambar 4.2 Rangkaian Kalibrasi Sensor Termokopel dengan TP22 ThermoPalm



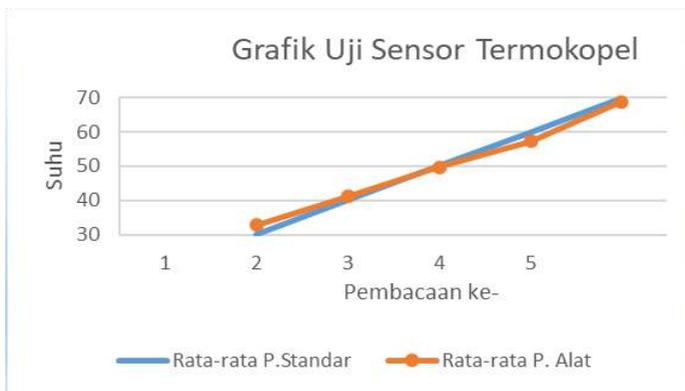
Gambar 4.3 *Display* Pembacaan Suhu Termokopel pada suhu 30-70 °C

Uji sensor termokopel dilakukan dengan membandingkan nilai hasil pengukuran alat standar TP22 ThermoPalm dengan nilai pembacaan dari sensor termokopel yang hasil pengukurannya dalam bentuk bilangan digital yang ditampilkan pada *display* (LCD), kedua sensor tersebut direndam pada *heater* yang berisi air dan diletakkan pada titik pengukuran yang berbeda, kemudian *heater* dipanaskan, dan *stopwatch* diaktifkan, untuk pengambilan data/ nilai hasil pengukuran dilakukan setiap kenaikan satu menit dengan range pengukuran 30-70 °C, setiap kenaikan suhu dicatat dari suhu normal hingga suhu mencapai 70 °C . Pada pengambilan data dilakukan 5 kali pengukuran dengan titik yang sama . kegiatan ini dilakukan sebanyak dua kali pengambilan data dengan *procedure* yang sama, Berikut ini merupakan data hasil kalibrasi sensor termokopel baut K dengan sensor TP22 ThermoPalm.

Tabel 4.1 Tabel Uji Sensor

No	Pembacaan Standar		Pembacaan Alat		Rata-rata P. Standar	Rata-rata P. Alat
	I	II	I	II		
1	30	30	32.28	33.17	30	32.725
2	40	40	41.29	41.1	40	41.195
3	50	50	49.15	50.25	50	49.7
4	60	60	58.33	56.25	60	57.29
5	70	70	68.33	69.3	70	68.815

Tabel diatas merupakan pengujian sensor termokopel baut tipe K dibandingkan dengan kalibrator. Pengujian dilakukan dengan membandingkan alat ukur standar dengan alat uji, dengan rentang ukur 30-70 °C. Dari table diatas diperoleh grafik perbandingan pembacaan standar dengan pembacaan alat.

**Gambar 4.4** Grafik Uji Sensor Termokopel

Pada grafik Uji sensor dapat dilihat perbandingan antara sensor termokopel baut tipe k dengan sensor TP22 ThermoPalm, dari grafik tersebut pembacaan alat ukur mendekati nilai standar yang ditunjukkan pada sensor TP22 ThermoPalm. Kemudian data yang diperoleh dihitung sesuai dengan tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Perhitungan Uji Sensor Termokopel

No	$t_i \cdot y_i$	t_i^2	$(y_i - y')^2$	Y_{reg}	Residu	SR
1	-81.7	900	7.7284	-2.29	-0.435	0.189225
2	-47.8	1600	1.5625	-1.1175	0.0775	0.00600625
3	15	2500	0.06002	0.055	0.245	0.060025
4	162.6	3600	7.04903	1.2275	1.4825	2.19780625
5	82.95	4900	1.2769	2.4	-1.215	1.476225
Jumlah	131	13500	17.6769			
Rata-rata	26.2	2700	3.53537		SSR	3.9292875

Keterangan :

Y_i = koreksi

Y_i' = rata-rata

T_i = pembacaan standart ke-i

Pengujian alat ukur ini bertujuan untuk mengetahui besar ketidakpastian alat ukur yang dibuat, sehingga dengan mengetahui hal tersebut bisa pula diketahui nilai ketidakpastian pengukuran (UA_1). Akan tetapi, sebelum menghitung nilai ketidakpastian dari alat ukur tersebut, maka perlu diketahui

terlebih dahulu standard deviasi (δ) dari pengukuran tersebut. Adapun untuk menghitung standard deviasi (δ) sebagai berikut:

a. Ketidakpastian Tipe A (U_{a1})

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.5)$$

Untuk mencari nilai ketidakpastian tipe A (U_{a1}) pertama mencari standar deviasi (σ) dari pembacaan alat ukur yakni jumlah dari nilai koreksi dibagi dengan ($n-1$), dimana n adalah jumlah data atau titik pengujian (dapat dilihat pada persamaan 4.6)

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n-1} \quad (4.6)$$

$$= 1.0510976$$

Sehingga dari persamaan 4.6 dapat dicari nilai ketidakpastian tipe A (U_{a1}) sebagai berikut :

$$U_{a1} = \frac{1.0510976}{\sqrt{5}} = 0.47$$

Nilai Ketidakpastian Regresi (U_{a2})

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (4.7)$$

$$Y_{reg} = a + (b \times t_i) \quad (4.8)$$

$$a = \bar{y}_i - (b \times \bar{t}_i) \quad (4.9)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y_i \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

y_i = Nilai koreksi

$$b = \frac{(5 \times 131) - (0,275 \times 250)}{(5 \times 13500) - (250)^2}$$

$$b = 0,11725$$

Sehingga nilai :

$$a = 0,08 - (-0,12061 \times 33,37)$$

$$a = -5,8075$$

Jadi, persamaan regresi menjadi

$$Y_{reg} = (-5,8075) + (0,11725 \times 250)$$

Yang menghasilkan nilai SSR = 3,9292875

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{3,9292875}{5-2}} \quad (4.10)$$

$$U_{a2} = 1,1445$$

b. Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar termometer (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0,003 \quad (4.11)$$

$$U_{B2} = \frac{\alpha}{k},$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = 0$

c. Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2} \quad (4.12)$$

$$= \sqrt{0.47^2 + 1.1445^2 + 0.003^2 + 0}$$

$$= 1.237218$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$, sehingga :

$$V_1 = 4; V_2 = 4; V_3 = \infty;$$

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / v_i} \quad (4.13)$$

$$= \frac{(1.237218)^4}{(0.036)^4 / 4 + (0.038508)^4 / 4 + (0.00288)^4 / \infty}$$

$V_{eff} = 4.07052302$, sehingga jika dibulatkan menjadi 16, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 2.77

Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian berulang sebesar :

$$\begin{aligned}
 U_{exp} &= k \times U_c & (4.14) \\
 U_{exp} &= 2.77 \times 0.386782822 = 0.20712443 \\
 \%U_{exp} &= 20.71\%
 \end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar ± 0.207 dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan

4.1.1.1 Karakteristik Statis Sensor Termokopel Tipe K

Karakteristik statik adalah karakteristik yang harus diperhatikan apabila alat tersebut digunakan untuk mengukur suatu kondisi yang tidak berubah karena waktu atau hanya berubah secara lambat laun. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai karakteristik dari sensor termokopel baut tipe K diantaranya sebagai berikut :

- a. **Sensitivitas (dari data pengujian alat)** $= \frac{\Delta O}{\Delta I}$
 $= \frac{68.815 - 32.725}{70 - 30} = 0.9023$
- b. **Akurasi :**
 $A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$, dengan
 $8Y_n =$ Pembacaan standar dan $X_n =$ Pembacaan alat
 $A = 1 - |0.006| \times 100\%$
 $= 99.4\%$
- c. **Error :**
 $e = 1 - A$
 $e = 1 - 0.994$
 $e = 0.006$
 Persen error = 0.6%

d. Histerisis

$H(I) = O(I)_{II} - O(I)_{I\uparrow}$, $\widehat{H} = H(I)_{max}$ sehingga :

$$\% \text{ Maksimum histeresis} = \frac{\widehat{H}}{O_{max} - O_{min}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Maksimum histeresis} = \frac{0,01}{68.815 - 32.725} \times 100\%$$

$$\% \text{ Maksimum histeresis} = \frac{0,01}{36.09} \times 100\%$$

$$\% \text{ Maksimum histeresis} = 0.02\%$$

Sehingga diperoleh nilai karakteristik statik dari sensor termokopel baut tipe K diantaranya :

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| a. Range | : 30-70°C |
| b. Span | : 40°C |
| c. Resolusi | : 0,01 |
| d. Sensitifivitas (K) | : 0.9023 °C |
| e. % maksHisterisis | : 0,02 % |
| f. Akurasi | : 99.4 % |
| g. Kesalahan (<i>error</i>) | : 0,6% |

4.1.1.2 Karakteristik Dinamik Sensor Termokopel Baut Tipe K

Termokopel baut tipe K termasuk instrument orde satu karena pada saat dilakukan pengukuran, nilai output yang dihasilkan membutuhkan waktu untuk mencapai besaran yang diinginkan. Dan dipengaruhi oleh nilai karakteristik statik Persamaan dalam instrument orde dua :

$$\frac{q_o}{q_i}(D) = \frac{K}{\lambda S + 1}$$

Dimana:

K = Sensitivitas statik elemen pengukuran

λ = konstanta waktu elemen pengukuran

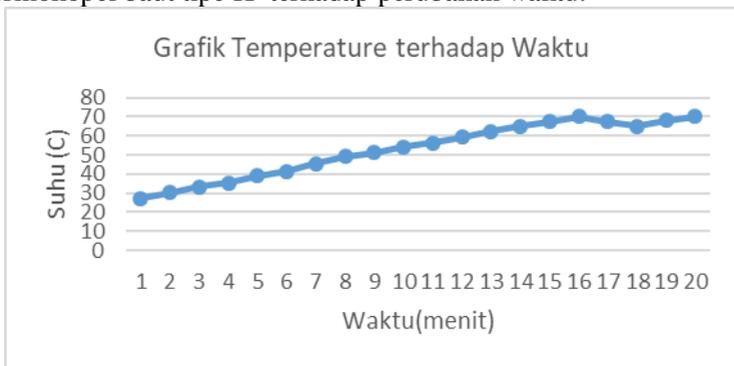
Sehingga untuk mengetahui karakteristik sensor termokopel baut tipe K didapatkan data untuk mengetahui nilai output yang dihasilkan terhadap waktu setiap kenaikan satu menit untuk mencapai besaran yang diinginkan

Tabel 4.3 Tabel Perubahan Temperatur Terhadap Waktu

No	Waktu (m)	Suhu (°C)
1	1	27.33
2	2	30.3
3	3	33.17
4	4	35.16
5	5	39.12
6	6	41.29
7	7	45.35
8	8	49.12
9	9	51.1
10	10	54.17

11	11	56.35
12	12	59.32
13	13	62.39
14	14	65.17
15	15	67.34
16	16	70
17	17	67.34
18	18	65.22
19	19	68.15
20	20	70

Dari *table 4.3* diperoleh grafik perubahan nilai output sensor termokopel baut tipe K terhadap perubahan waktu.



Gambar 4.5 Grafik perubahan temperatur terhadap waktu

Pada grafik temperature terhadap waktu dapat dilihat perbandingan antara pembacaan sensor terhadap waktu, dari

grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan waktu 60 detik didapatkan rata-rata kenaikan suhu sebesar 3 °C.

4.1.2 Pengujian *Float Switch*

Untuk mengetahui keakuratan dari *float switch* yang digunakan pada sistem, perlu adanya sebuah uji tersebut. Pengujian dilakukan dengan menggunakan penggaris sepanjang 50 cm sebagai acuan standar dengan satuan cm.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *float Switch* Saat Kondisi *High*

No	Level (cm)	Status	Tegangan (V)
1	0	<i>Off</i>	0
2	1	<i>Off</i>	0
3	2	<i>Off</i>	0
4	3	<i>Off</i>	0
5	4	<i>Off</i>	0
6	5	<i>Off</i>	0
7	6	<i>Off</i>	0
8	7	<i>Off</i>	0
9	8	<i>Off</i>	0
10	9	<i>Off</i>	0
11	10	<i>On</i>	4.9

Dari Tabel 4.4 diatas dapat diketahui perubahan tiap keluaran nilai tegangan *float switch* ketika kondisi *low* dan *high*. Ketika *float switch* pada kondisi *low* atau belum memenuhi *set point*, maka keluaran nilai voltasenya sebesar 0 volt. Ketika *float*

switch pada kondisi *high* atau telah mencapai *set point*, maka keluaran nilai voltase sebesar 4.9803 volt sesuai dengan besar sumber yang digunakan.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor *float Switch* Saat Kondisi *Low*

No.	<i>Level</i> (cm)	Status	Tegangan (V)
1	0	<i>Off</i>	0
2	1	<i>Off</i>	0
3	2	<i>Off</i>	0
4	3	<i>On</i>	4.9
5	4	<i>On</i>	4.9
6	5	<i>On</i>	4.9
7	6	<i>On</i>	4.9
8	7	<i>On</i>	4.9
9	8	<i>On</i>	4.9
10	9	<i>On</i>	4.9
11	10	<i>On</i>	4.9

Dari Tabel 4.5 diatas dapat diketahui perubahan tiap keluaran nilai tegangan *float switch* ketika kondisi *low* dan *high*. Ketika *float switch* pada kondisi *low* atau belum memenuhi *set point*, maka keluaran nilai voltasenya sebesar 0 volt. Ketika *float switch* pada kondisi *high* atau telah mencapai *set point*, maka keluaran nilai voltase sebesar 4.9 volt sesuai dengan besar sumber yang digunakan.

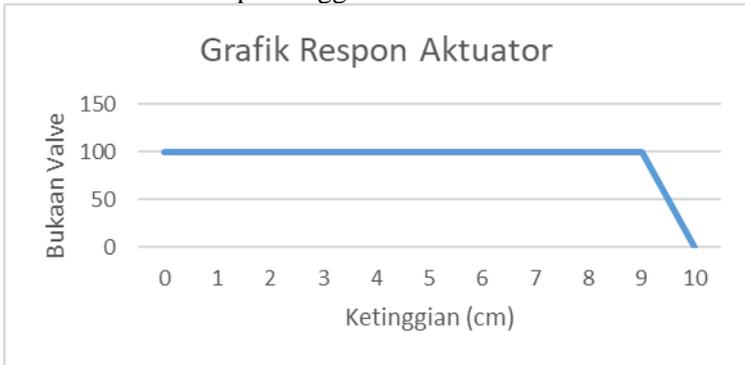
4.1.3 Pengujian Sistem Otomasi Level

Proses sistem otomasi level pada plant tangki dapat dikatakan berjalan dengan baik ketika respon aktuator sesuai dengan data yang diberikan oleh sensor. Berikut merupakan hasil pengujian sistem otomasi pada tangga pembuatan teh. Untuk mempertahankan level sesuai set point aktuator akan membuka 100% untuk memasukan air kedalam tangki.

Tabel 4.6 Data hasil pengujian aktuator

Ketinggian (cm)	Kondisi	Bukaan Pompa (%)
0	<i>Low</i>	100
1	<i>Low</i>	100
2	<i>Low</i>	100
3	<i>Low</i>	100
4	<i>Low</i>	100
5	<i>Low</i>	100
6	<i>Low</i>	100
7	<i>Low</i>	100
8	<i>Low</i>	100
9	<i>Low</i>	100
10	<i>High</i>	0

Berdasarkan tabel 4.6 diperoleh grafik respon aktuator bukaan valve terhadap ketinggian air.



Gambar 4.6 Grafik Respon Aktuator

Pada Gambar 4.6 di atas diketahui bahwa pada pada ketinggian 1-9 cm air dalam kondisi *low* yang dapat diartikan bahwa pada *float switch high* berada pada ketinggian 10 cm. Hal itu menyebabkan pada ketinggian air 1-9 cm bukaan valve mencapai 100% untuk mengisi tangki pada kondisi *low*. Kemudian pada air mencapai ketinggian 10 cm maka valve akan menutup menandakan sudah dalam keadaan *high*.

Tabel 4.7 Data hasil pengujian otomasi level

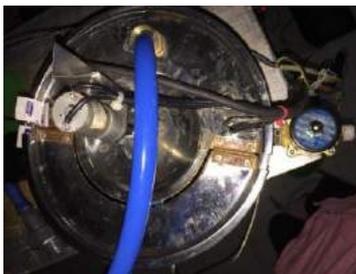
Ketinggian (cm)	Kondisi		Status	Bukaan Pompa (%)	Respon Time (s)	Waktu (s)
	Sensor Low	Sensor High				
0	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	3	16.99
1	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	3	20.24
2	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	11.10
3	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	16.85
4	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	32.01

5	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	19.06
6	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	11.35
7	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	17.37
8	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	15.01
9	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	100	2	17.20
10	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>High</i>	0	2	10.68

Pada tabel 4.6 di atas diketahui bahwa waktu untuk mencapai ketinggian 10 cm yaitu selama 187.86 *sekon* yaitu sekitar 3.131 menit. Pada kenaikan ketinggian air setiap 1 cm rata-rata didapatkan dengan waktu 17.07 *sekon* dengan bukaan valve sebesar 100% pada ketinggian 1-9 cm dan *actuator* mati pada ketinggian 10 cm dengan bukaan valve sebesar 0%.

4.1.4 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada pengujian sistem, semua perangkat dirangkai menjadi satu. Perangkat ini terdiri dari Power Supply, Mikrokontroler ATmega 16, Motor DC, Pompa, Solenoid, *Heater*, *Float Switch* dan Termokopel.. Pengujian dilakukan dengan mendownload program ke mikrokontroler ATmega 16 yang kemudian diolah oleh mikrokontroler tersebut dan ditampilkan ke LCD. Berikut ini merupakan gambarmenunjukkan bentuk alat keseluruhan.



Gambar 4.7 Bentuk Alat Keseluruhan

Pada saat sistem dinyalakan proses pertama yaitu pengisian tangki dengan pompa menyala hingga set point yang telah ditentukan. Jika setelah mencapai set point level proses selanjutnya adalah pemasakan teh dengan motor dan heater menyala hingga suhu mencapai 70 derajat Celcius. Dan setelah proses pemasakan selesai yaitu proses pengosongan tangki dengan valve membuka untuk mengalirkan air teh ke *heat exchanger*. Di bawah ini merupakan tabel hasil pengujian sistem keseluruhan:

Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

	Nama Perangkat	Keadaan	Waktu (s)
Pengisian Tangki	Pompa	Aktif	232 s
Pemasakan The	<i>Heater</i>	Aktif	1200 s
	Motor	Aktif	1200 s
Pengosongan Tangki	Selonoid <i>Valve</i>	Aktif	60 s

Dari data di atas didapatkan waktu sistem keseluruhan selama 25 menit dengan pemasakan teh sebanyak 5 liter dan keluaran teh sebanyak 2 liter untuk proses selanjutnya didinginkan melalui *heat exchanger*. Teh dimasukan secara manual ketika motor dan *heater* menyala. *Heater* dan motor berputar selama 20 menit sesuai dengan waktu pemasakan teh. Proses selesai jika suhu telah mencapai *set point* sebesar 70 derajat celcius, setelah itu dilanjutkan oleh selonoid *valve* terbuka selama 1 menit untuk pengosongan tangki.

4.2 Pembahasan

Tugas akhir yang berjudul Perancangan Sistem Otomasi Suhu dan *Level* pada Tangki Pembuatan Teh Mesin Produksi Teh Kemasan ini membahas bagaimana cara pembuatan teh secara otomatis, sehingga dapat memudahkan dan mempercepat pembuatan teh. Sistem otomasi ini meliputi semua komponen yang ada didalamnya.

Sebelum sensor digunakan maka perlu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui performansi dari sensor tersebut. Disini terdapat kalibrasi sensor termokopel ini menggunakan Alat ukur standard yakni TP22 ThermoPalm yang sudah terkalibrasi. Dilakukan pada *range* 30°C hingga 70°C. Kedua alat tersebut dipanaskan dengan pemanas (*Heater*) dengan titik pengukuran yang berbeda. Setelah dilakukan pengujian sensor yaitu dilakukan perhitungan kalibrasi. Pengujian ini dilakukan sebanyak masing-masing dua kali pengambilan data dari alat standar maupun termokopel yang sedang dikalibrasi. Dari perhitungan kalibrasi didapatkan nilai karakteristik statis dengan range pengukuran 30°C hingga 70°C didapatkan nilai Span 40°C, Resolusi 0,01, Sensitivitas **0.90230C** , Histerisis 0.02%, Akurasi **99.4%**, Kesalahan (*error*) **0.6%**. Pada karakteristik dinamis pada perubahan suhu terhadap waktu setiap kenaikan 1 menit suhu berubah rata-rata naik 3 derajat celsius. Suhu mencapai 70 derajat celsius dengan waktu 17 menit, dan selanjutnya pada menit ke 18 suhu turun kembali karena heater mati dan nyala kembali pada suhu 65 derajat celsius.

Selain termokopel, terdapat *float switch* yang dimana ada dua buah *float switch* berukuran 125 mm yang diletakkan secara *low* dan *high*. Pada ketinggian *low*, bandul diletakkan setinggi 3 cm dengan ketinggian air sebanyak 1.5 liter sebagai *set point* bawah dan pada ketinggian *high* bandul diletakkan pada ketinggian 10 cm yang dijadikan *set point* atas yaitu sebesar 3.5 liter. Dari hasil pengujian sensor *float switch* di atas, maka didapatkan bahwa pada air ketinggian 3 cm yaitu sebagai *set point low*, maka bandul

akan dalam posisi *on* dan pompa air akan mengisi air pada tangki pembuatan teh. Sedangkan pada ketinggian air sebesar 10 cm maka bandul akan berada di posisi *on* dan akan membuka *solenoid valve* untuk mengalirkan air ke proses selanjutnya. Posisi *on* pada *selonoid valve* didapatkan tegangan sebesar 4.9803 V dan pada posisi *off* mempunyai tegangan sebesar 0 V.

Pemasakan teh berlangsung selama 25 menit dengan pemasakan teh sebanyak 5 liter. Dengan pengisian air pada tangki selama 3 menit hingga mencapai *set point*. Teh dimasukan secara manual ketika motor dan heater menyala. *Heater* dan motor berputar selama 20 menit sesuai dengan waktu pemasakan teh. Proses selesai jika suhu telah mencapai *set point* sebesar 70 derajat celcius, setelah itu dilanjutkan oleh *selonoid valve* terbuka selama 1 menit untuk pengosongan tangki.

Pada pemasakan pertama takaran teh yang dicelupkan sebanyak 7,4 gram atau setara dengan empat buah kantung teh dan untuk pemasakan kedua dan seterusnya teh yang dicelupkan sebanyak 3,7 gram atau setara dengan dua buah kantung teh. Hal ini disebabkan oleh air yang terisi saat pertama kali pemasakan yaitu 3,5 liter berupa air jernih. Sedangkan air untuk pemasakan kedua kali dan seterusnya menyisakan teh sebanyak *set point float switch low* yaitu 1,5 liter air teh, maka takaran teh dikurangi agar menghasilkan teh dengan kepekatan yang sama dan sesuai keinginan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perancangan sistem otomasi *level*, suhu dan kepekatan warna dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem otomasi *level* menggunakan *float switch* cukup efektif dan akurat karena hanya membaca keadaan *low* dan *high* saja. Pada keadaan *low* maupun *high* terbaca dengan baik sehingga selanjutnya dapat menggerakkan *actuator*.
2. Sistem otomasi suhu menggunakan termokopel baut tipe k memiliki karakteristik statis dengan range pengukuran 30°C hingga 70°C didapatkan nilai Span 40°C, Resolusi 0,01, Sensitivitas 0.9023oC , Histerisis 0.02%, Akurasi 99,4%, Kesalahan (*error*) 0.6% %. Pada karakteristik dinamis pada perubahan suhu terhadap waktu setiap kenaikan 1 menit suhu berubah rata-rata naik 3 derajat celcius. Suhu mencapai 70 derajat celcius dengan waktu 17 menit, dan selanjutnya pada menit ke 18 suhu turun kembali karena heater mati dan nyala kembali pada suhu 65 derajat celcius. Dari hasil tersebut maka penggunaan sensor ini tepat dipasang pada plant ini.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran diantaranya sebagai berikut :

1. Perlu adanya cadangan sensor agar saat terjadi kerusakan pada sensor bisa langsung diganti tanpa menunggu lama

2. Peletakan/ *tapping point* pada instrument alat ukur perlu diperhatikan karena nilai rambat suatu element berbeda sehingga tidak memberikan nilai yang seharusnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Agustina, 3 November 2015. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20151103151544-262-89179/orang-indonesia-minum-2-miliar-liter-teh-kemasan-setahun>.
- [2] Anonim, "Diklat Kuliah: Otomasi Sistem Produksi," Malang, Teknik Industri Univ Widyagama, 2014.
- [3] Y. P. M. A. Mokh Suef, "Pengantar Otomasi Industri," Surabaya, Teknik Industri ITS, 2015.
- [4] H. Purnomo, Pengantar Teknik Industri, Yogyakarta, 2004.
- [5] Anonim, Diklat Kuliah Otomasi System Produksi, Universitas Widyagama Malang: Malang, 2008.
- [6] Pakpahan, Kontrol Otomatik, Jakarta: Erlangga, 1984.
- [7] R. Syam, Dasar Dasar Teknik Sensor, Makasar: Desember 2013, 2013.
- [8] Y. Setiawan, "Thermocouple type k," Bandung, Universitas Maranatha Bandung, 2011.
- [9] W. B. Mursanto, "RANCANG BANGUN ALAT UKUR TEMPERATUR MENGGUNAKAN," *RACE – Vol. 6, No. 1*, p. 690, 2012.

- [10] F. Zulmi, Rancang Bangun Alat Pendeteksi Jarak pada Kendaraan Berbasis Arduino, Jakarta, 2010.
- [11] B. A. H. J. Kamil Erwansyah, "RANCANG BANGUN PEMANAS AIR PINTAR BERBASIS MIKROKONTROLER," *SAINTIKOM Vol 16, No.1*, p. 123, 2017.
- [12] Rafrudin, Dasar-dasar Teknik Sensor, Makasar: Teknik Mesin Universitas Hasanuddin Makasar, 2013.
- [13] N. Hudallah, Jurnal Teknik Elektro Vol.2 No.1, Semarang: Teknik Elektro UNNES, 2010.
- [14] Arnita and M. Jasmanda, "PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI DATA DAN PENGENDALIAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC," *Jurnal Teknik Elektro Volumen 3 No.1*, p. 71, 2014.
- [15] Q. Hidayati, "PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535," *Jurnal Teknik Elektronika Poltekba*, p. 2, 2015.

Lampiran A.

Datasheet Thermocouple Type K

MAXIMUM TEMPERATURE RANGE

Thermocouple Grade
- 328 to 2322°F

- 200 to 1250°C

Extension Grade
32 to 392°F

0 to 200°C

LIMITS OF ERROR

(whichever is greater)

Standard: 2.2°C or 0.75% Above 0°C

2.2°C or 2.0% Below 0°C

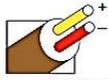
Special: ±1.1°C or 0.4%

COMMENTS, BARE WIRE ENVIRONMENT:

Clean Oxidizing and Inert; Limited Use in Vacuum or Reducing; Wide Temperature Range; Most Popular Calibration

TEMPERATURE IN DEGREES °C

REFERENCE JUNCTION AT 0°C



Nickel-Chromium
vs.
Nickel-Aluminum



Extension
Grade

Revised Thermocouple Reference Tables

TYPE K
Reference Tables
N.I.S.T. Monograph 175
Revised to ITS-90

Z

Thermoelectric Voltage in Millivolts

°C	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196	198	200	202	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230	232	234	236	238	240	242	244	246	248	250	252	254	256	258	260	262	264	266	268	270	272	274	276	278	280	282	284	286	288	290	292	294	296	298	300	302	304	306	308	310	312	314	316	318	320	322	324	326	328	330	332	334	336	338	340	342	344	346	348	350	352	354	356	358	360	362	364	366	368	370	372	374	376	378	380	382	384	386	388	390	392	394	396	398	400	402	404	406	408	410	412	414	416	418	420	422	424	426	428	430	432	434	436	438	440	442	444	446	448	450	452	454	456	458	460	462	464	466	468	470	472	474	476	478	480	482	484	486	488	490	492	494	496	498	500	502	504	506	508	510	512	514	516	518	520	522	524	526	528	530	532	534	536	538	540	542	544	546	548	550	552	554	556	558	560	562	564	566	568	570	572	574	576	578	580	582	584	586	588	590	592	594	596	598	600	602	604	606	608	610	612	614	616	618	620	622	624	626	628	630	632	634	636	638	640	642	644	646	648	650	652	654	656	658	660	662	664	666	668	670	672	674	676	678	680	682	684	686	688	690	692	694	696	698	700	702	704	706	708	710	712	714	716	718	720	722	724	726	728	730	732	734	736	738	740	742	744	746	748	750	752	754	756	758	760	762	764	766	768	770	772	774	776	778	780	782	784	786	788	790	792	794	796	798	800	802	804	806	808	810	812	814	816	818	820	822	824	826	828	830	832	834	836	838	840	842	844	846	848	850	852	854	856	858	860	862	864	866	868	870	872	874	876	878	880	882	884	886	888	890	892	894	896	898	900	902	904	906	908	910	912	914	916	918	920	922	924	926	928	930	932	934	936	938	940	942	944	946	948	950	952	954	956	958	960	962	964	966	968	970	972	974	976	978	980	982	984	986	988	990	992	994	996	998	1000																																																																																																				
-200	6.458	6.457	6.456	6.455	6.453	6.452	6.450	6.448	6.446	6.444	6.441	6.439	6.437	6.435	6.433	6.431	6.429	6.427	6.425	6.423	6.421	6.419	6.417	6.415	6.413	6.411	6.409	6.407	6.405	6.403	6.401	6.399	6.397	6.395	6.393	6.391	6.389	6.387	6.385	6.383	6.381	6.379	6.377	6.375	6.373	6.371	6.369	6.367	6.365	6.363	6.361	6.359	6.357	6.355	6.353	6.351	6.349	6.347	6.345	6.343	6.341	6.339	6.337	6.335	6.333	6.331	6.329	6.327	6.325	6.323	6.321	6.319	6.317	6.315	6.313	6.311	6.309	6.307	6.305	6.303	6.301	6.299	6.297	6.295	6.293	6.291	6.289	6.287	6.285	6.283	6.281	6.279	6.277	6.275	6.273	6.271	6.269	6.267	6.265	6.263	6.261	6.259	6.257	6.255	6.253	6.251	6.249	6.247	6.245	6.243	6.241	6.239	6.237	6.235	6.233	6.231	6.229	6.227	6.225	6.223	6.221	6.219	6.217	6.215	6.213	6.211	6.209	6.207	6.205	6.203	6.201	6.199	6.197	6.195	6.193	6.191	6.189	6.187	6.185	6.183	6.181	6.179	6.177	6.175	6.173	6.171	6.169	6.167	6.165	6.163	6.161	6.159	6.157	6.155	6.153	6.151	6.149	6.147	6.145	6.143	6.141	6.139	6.137	6.135	6.133	6.131	6.129	6.127	6.125	6.123	6.121	6.119	6.117	6.115	6.113	6.111	6.109	6.107	6.105	6.103	6.101	6.099	6.097	6.095	6.093	6.091	6.089	6.087	6.085	6.083	6.081	6.079	6.077	6.075	6.073	6.071	6.069	6.067	6.065	6.063	6.061	6.059	6.057	6.055	6.053	6.051	6.049	6.047	6.045	6.043	6.041	6.039	6.037	6.035	6.033	6.031	6.029	6.027	6.025	6.023	6.021	6.019	6.017	6.015	6.013	6.011	6.009	6.007	6.005	6.003	6.001	5.999	5.997	5.995	5.993	5.991	5.989	5.987	5.985	5.983	5.981	5.979	5.977	5.975	5.973	5.971	5.969	5.967	5.965	5.963	5.961	5.959	5.957	5.955	5.953	5.951	5.949	5.947	5.945	5.943	5.941	5.939	5.937	5.935	5.933	5.931	5.929	5.927	5.925	5.923	5.921	5.919	5.917	5.915	5.913	5.911	5.909	5.907	5.905	5.903	5.901	5.899	5.897	5.895	5.893	5.891	5.889	5.887	5.885	5.883	5.881	5.879	5.877	5.875	5.873	5.871	5.869	5.867	5.865	5.863	5.861	5.859	5.857	5.855	5.853	5.851	5.849	5.847	5.845	5.843	5.841	5.839	5.837	5.835	5.833	5.831	5.829	5.827	5.825	5.823	5.821	5.819	5.817	5.815	5.813	5.811	5.809	5.807	5.805	5.803	5.801	5.799	5.797	5.795	5.793	5.791	5.789	5.787	5.785	5.783	5.781	5.779	5.777	5.775	5.773	5.771	5.769	5.767	5.765	5.763	5.761	5.759	5.757	5.755	5.753	5.751	5.749	5.747	5.745	5.743	5.741	5.739	5.737	5.735	5.733	5.731	5.729	5.727	5.725	5.723	5.721	5.719	5.717	5.715	5.713	5.711	5.709	5.707	5.705	5.703	5.701	5.699	5.697	5.695	5.693	5.691	5.689	5.687	5.685	5.683	5.681	5.679	5.677	5.675	5.673	5.671	5.669	5.667	5.665	5.663	5.661	5.659	5.657	5.655	5.653	5.651	5.649	5.647	5.645	5.643	5.641	5.639	5.637	5.635	5.633	5.631	5.629	5.627	5.625	5.623	5.621	5.619	5.617	5.615	5.613	5.611	5.609	5.607	5.605	5.603	5.601	5.599	5.597	5.595	5.593	5.591	5.589	5.587	5.585	5.583	5.581	5.579	5.577	5.575	5.573	5.571	5.569	5.567	5.565	5.563	5.561	5.559	5.557	5.555	5.553	5.551	5.549	5.547	5.545	5.543	5.541	5.539	5.537	5.535	5.533	5.531	5.529	5.527	5.525	5.523	5.521	5.519	5.517	5.515	5.513	5.511	5.509	5.507	5.505	5.503	5.501	5.499	5.497	5.495	5.493	5.491	5.489	5.487	5.485	5.483	5.481	5.479	5.477	5.475	5.473	5.471	5.469	5.467	5.465	5.463	5.461	5.459	5.457	5.455	5.453	5.451	5.449	5.447	5.445	5.443	5.441	5.439	5.437	5.435	5.433	5.431	5.429	5.427	5.425	5.423	5.421	5.419	5.417	5.415	5.413	5.411	5.409	5.407	5.405	5.403	5.401	5.399	5.397	5.395	5.393	5.391	5.389	5.387	5.385	5.383	5.381	5.379	5.377	5.375	5.373	5.371	5.369	5.367	5.365	5.363	5.361	5.359	5.357	5.355	5.353	5.351	5.349	5.347	5.345	5.343	5.341	5.339	5.337	5.335	5.333	5.331	5.329	5.327	5.325	5.323	5.321	5.319	5.317	5.315	5.313	5.311	5.309	5.307	5.305	5.303	5.301	5.299	5.297	5.295	5.293	5.291	5.289	5.287	5.285	5.283	5.281	5.279	5.277	5.275	5.273	5.271	5.269	5.267	5.265	5.263	5.261	5.259	5.257	5.255	5.253	

MAXIM**Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)****General Description**

The MAX8875 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX8875 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

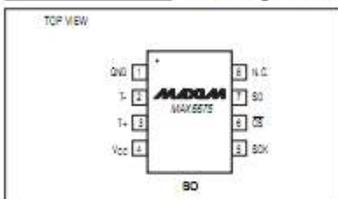
- ◆ Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

MAX8875**Ordering Information**

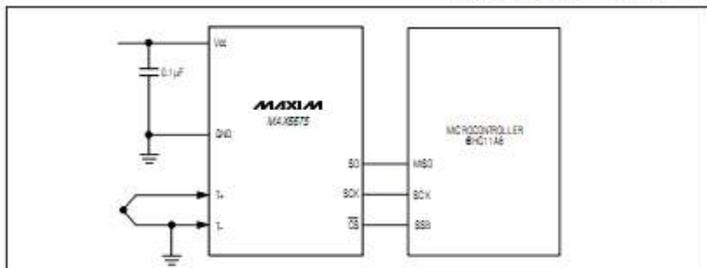
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8875-SA	-20°C to +85°C	8 SO

Applications

Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration

SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit**MAXIM**

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC} to GND)	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
SD, SCK, CS, T+, T- to GND	-0.3V to $V_{CC} + 0.3V$	Junction Temperature	+150°C
SD Current	50mA	SD Package	
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V	Vapor Phase (60s)	+215°C
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)		Infrared (15s)	+220°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)	471mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C		

Stresses beyond those listed under 'Absolute Maximum Ratings' may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +3.0V$ to $+5.5V$, $T_A = -20^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values specified at $+25^\circ\text{C}$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Temperature Error		THERMOCOUPLE = $+700^\circ\text{C}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3V$	-8	+5	LSB	
			$V_{CC} = +5V$	-8	+6		
		THERMOCOUPLE = 0°C to $+700^\circ\text{C}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3V$	-8	+8		
			$V_{CC} = +5V$	-8	+9		
THERMOCOUPLE = $+700^\circ\text{C}$ to $+1000^\circ\text{C}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 2)		$V_{CC} = +3.3V$	-17	+17			
		$V_{CC} = +5V$	-19	+19			
Thermocouple Conversion Constant				10.25		$\mu\text{V}/\text{LSB}$	
Cold-Junction Compensation Error		$T_A = -20^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3V$	-3.0	+3.0	°C	
			$V_{CC} = +5V$	-3.0	+3.0		
Resolution				0.25		°C	
Thermocouple Input Impedance				60		k Ω	
Supply Voltage	V_{CC}			3.0	5.5	V	
Supply Current	I _{CC}			0.7	1.5	mA	
Power-On Reset Threshold		V_{CC} rising		1	2	2.5	V
Power-On Reset Hysteresis					50	mV	
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s	
SERIAL INTERFACE							
Input Low Voltage	V_{IL}				0.3 x V_{CC}	V	
Input High Voltage	V_{IH}			0.7 x V_{CC}		V	
Input Leakage Current	I _{LEAK}	$V_{IN} = \text{GND or } V_{CC}$			±5	μA	
Input Capacitance	C_{IN}			5		pF	

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)



MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	T-	Alumel Lead of Type-K Thermocouple. Should be connected to ground externally.
3	T+	Chrome Lead of Type-K Thermocouple
4	VCC	Positive Supply. Bypass with a 0.1µF capacitor to GND.
5	SCK	Serial Clock Input
6	\overline{CS}	Chip Select. Set \overline{CS} low to enable the serial interface.
7	SD	Serial Data Output
8	N.C.	No Connection

Detailed Description

The MAX6675 is a sophisticated thermocouple-to-digital converter with a built-in 12-bit analog-to-digital converter (ADC). The MAX6675 also contains cold-junction compensation sensing and correction, a digital controller, an SPI-compatible interface, and associated control logic.

The MAX6675 is designed to work in conjunction with an external microcontroller (µC) or other intelligence in thermostat, process-control, or monitoring applications.

Temperature Conversion

The MAX6675 includes signal-conditioning hardware to convert the thermocouple's signal into a voltage compatible with the input channels of the ADC. The T+ and T- inputs connect to internal circuitry that reduces the introduction of noise errors from the thermocouple wires.

Before converting the thermoelectric voltages into equivalent temperature values, it is necessary to compensate for the difference between the thermocouple cold-junction side (MAX6675 ambient temperature) and a 0°C virtual reference. For a type-K thermocouple, the voltage changes by 41µV/°C, which approximates the thermocouple characteristic with the following linear equation:

$$V_{OUT} = (41\mu\text{V}/^\circ\text{C}) \times (T_R - T_{AMB})$$

Where:

V_{OUT} is the thermocouple output voltage (µV).

T_R is the temperature of the remote thermocouple junction (°C).

T_{AMB} is the ambient temperature (°C).

Cold-Junction Compensation

The function of the thermocouple is to sense a difference in temperature between two ends of the thermocouple wires. The thermocouple's hot junction can be read from 0°C to +1023.75°C. The cold end (ambient temperature of the board on which the MAX6675 is mounted) can only range from -20°C to +85°C. While the temperature at the cold end fluctuates, the MAX6675 continues to accurately sense the temperature difference at the opposite end.

The MAX6675 senses and corrects for the changes in the ambient temperature with cold-junction compensation. The device converts the ambient temperature reading into a voltage using a temperature-sensing diode. To make the actual thermocouple temperature measurement, the MAX6675 measures the voltage from the thermocouple's output and from the sensing diode. The device's internal circuitry passes the diode's voltage (sensing ambient temperature) and thermocouple voltage (sensing remote temperature minus ambient temperature) to the conversion function stored in the ADC to calculate the thermocouple's hot-junction temperature.

Optimal performance from the MAX6675 is achieved when the thermocouple cold junction and the MAX6675 are at the same temperature. Avoid placing heat-generating devices or components near the MAX6675 because this may produce cold-junction-related errors.

Digitization

The ADC adds the cold-junction diode measurement with the amplified thermocouple voltage and reads out the 12-bit result onto the SD pin. A sequence of all zeros means the thermocouple reading is 0°C. A sequence of all ones means the thermocouple reading is +1023.75°C.

Tl
st:
fa
cc
ha
wi
Pt

Tl
Yi
be
ge
cc

Sf

10kg
f the
id IC
notor
plete
iding

ion).
it for
ck &
also

• Dimensions: 7.62 x 12.7 x 7.62 mm (approx.)

- Stall torque: 9.4 kgf-cm (4.8 V), 11 kgf-cm (6 V)
- Operating speed: 0.17 s/60° (4.8 V), 0.14 s/60° (6 V)

Lampiran B.

Datasheet Float Level Switch



http://www.fine-tek.com
e-mail: info@fine-tek.com
Tel: 886-2-22695789 Fax: 886-2-22688822

DESCRIPTION

The Float Level Switch is made of chemical resistant polypropylene. It is durable, low-cost, and specially designed to solve the long range, multi-points level detection in liquid and liquid with pump or granule instances.

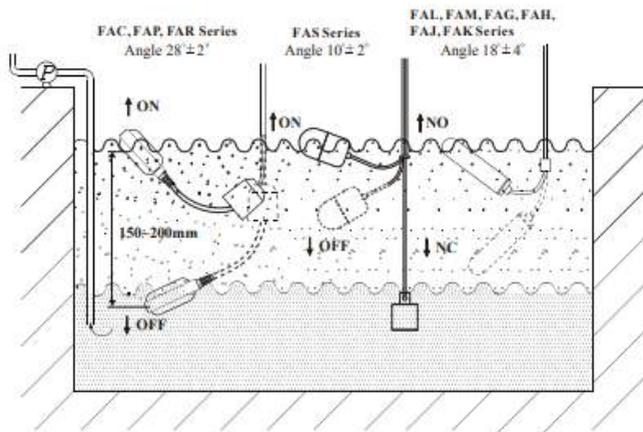
PRINCIPLE

The Cable Float Level Switch is with simple structure of using micro switch or proximity switch or reed switch to control the contact and it is user friendly design for level measurement.

The switches will send out ON or OFF contact signal output when the floating angle is larger than a certain degree where the state of the iron ball and reed switch will be changed for actuation.

For different temperature of waste water & application, the materials of the float can be chosen from plastic to stainless steel. The cable float level switch not only can be used in clear liquid but also can be used in granular liquid to control the detection of long distance and multi-point contacts. Mostly the cable float level switch is applied in petrochemical industry, chemical industry and other related industry.

APPLICATION



SPECIFICATION

STRUCTURE & DIMENSION

1. Cable

The <HAR> approved cable is extremely flexible to ensure a long life-time.

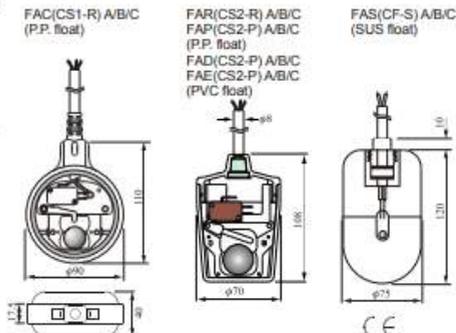
2. Enclosure

The rugged enclosure can prevent the damages from mechanical impact and chemical corrosion. The unit complies with the IP68 enclosure rating.

3. Micro switch

Contact system suitable for applications with high in-rush current.

4. Steel ball

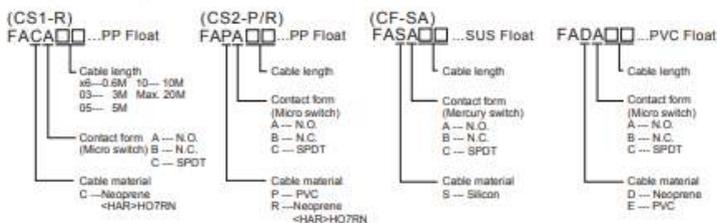


SPECIFICATION

Type	FAC(CS1-R) A/B/C	FAP(CS2-P) A/B/C	FAR(CS2-R) A/B/C	FAD A/B/C	FAE A/B/C	FAS(CF-S) A/B/C
Float Material	PP			PVC		SUS304
Cable Specification	Neoprene Cable 1mm \times 3C or 2C	PVC Cable 1.25mm \times 3C or 2C	Neoprene Cable 1mm \times 3C or 2C	Neoprene Cable 1mm \times 3C or 2C	PVC Cable 1.25mm \times 3C or 2C	Silicon Cable 0.75mm \times 3C or 2C
Contact Rating	10A/250Vac (std.) or 15A/250Vac			10A/250Vac (std.) or 15A/250Vac		2A/250Vac
Contact Form	N.O. N.C. or SPDT			N.O. N.C. or SPDT		N.O. N.C. or SPDT
Operating Temp.	-10 $^{\circ}$ C-80 $^{\circ}$ C	0 $^{\circ}$ C-60 $^{\circ}$ C	-10 $^{\circ}$ C-80 $^{\circ}$ C	-10 $^{\circ}$ C-80 $^{\circ}$ C	0 $^{\circ}$ C-80 $^{\circ}$ C	0 $^{\circ}$ C-170 $^{\circ}$ C
Suitable S.G.	0.6			0.6		0.5
Weight Approx.	770g/5M	290g/1M	290g/1M	290g/1M	290g/1M	480g/5M
Pressure(Max.)	2 kg/cm 2	2 kg/cm 2	2 kg/cm 2	2 kg/cm 2	2 kg/cm 2	2 kg/cm 2

※ For PLC and DCS usage, we recommend to use the REED switch.

FLOAT TYPE CODE



SPECIFICATION

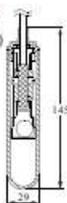
Micro Switch

Order No. FAL A/B/C
FAM A/B/C
(P.P. Float)



Proximity Switch

Order No. FAG N/P
FAH N/P
(P.P. float)



Reed Switch

Order No. FAJ A/B
FAK A/B
(P.P. Float)



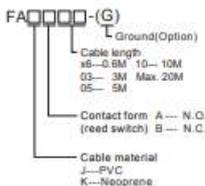
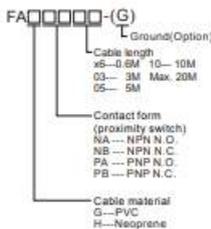
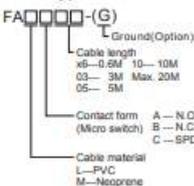
Specification Of Float

Float Material	PP	Pressure	4.5 kg/cm ²
Specific Gravity	≤ 0.8	Protection	IP-68

Switch	Micro Switch	Proximity Switch	Reed Switch
Model	FAL A/B/C—PVC FAM A/B/C—Neoprene	FAG N/P—PVC FAH N/P—Neoprene	FAJ A/B—PVC FAK A/B—Neoprene
Contact Rating	3A 125/250 VAC	100 mA / 10~30 VDC	AC70(VA) / DC50(W)
Contact Form	NO - NC or SPDT	NPN or PNP	NO
Cable Spec	PVC(0.75mm' x 3C) or Neoprene	PVC(0.75mm' x 3C) or Neoprene	PVC(0.75mm' x 3C) or Neoprene
Switch Voltage	600 VAC	500 VAC	300 VAC / 350 VDC
Isolation Resistance	Min 100 MΩ	Min 100 MΩ	Min 10 ⁷ Ω
Contact Resistance	Min 100m Ω		Min 100m Ω
Operating Temp.	0~60°C(PVC)----- Liquid State -10~80°C(Neoprene)Liquid State	0~60°C(PVC)----- Liquid State -10~80°C(Neoprene)Liquid State	0~60°C(PVC)----- Liquid State -10~80°C(Neoprene)Liquid State
Actuation Angle	Up18° ± 4° Down3° ± 3°	Up18° ± 4° Down3° ± 3°	Up18° ± 4° Down3° ± 3°
Weight Approx.	113 ± 2g/1mCable	117 ± 2g/1mCable	115 ± 2g/1mCable

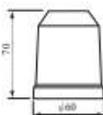
※ For PLC and DCS usage, we recommend to use the REED switch.

Float Type Code

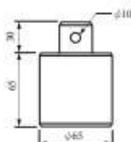


DIMENSION OF WEIGHT

FAPW-03
FAPW-05



FASW



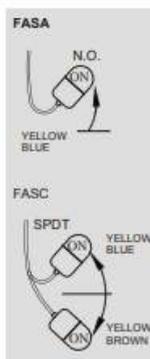
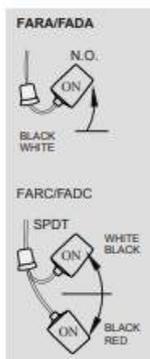
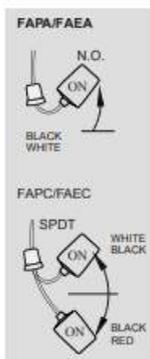
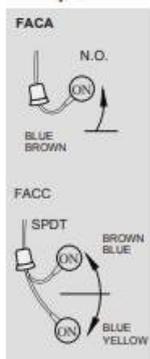
FAA-1471



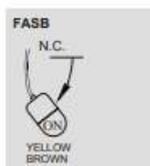
Type	Material	Weight
FAPW-03	PP	0.3kg
FAPW-05		0.5kg
FASW	SUS304	0.5kg
FAA-1471	PP	0.15kg

CONTACT FORM

• In Liquid



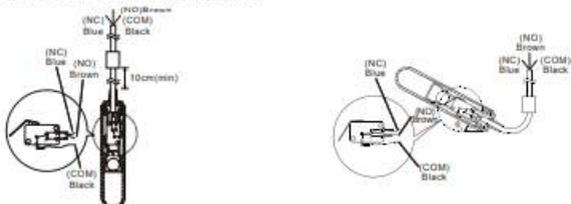
• In Air



Wiring

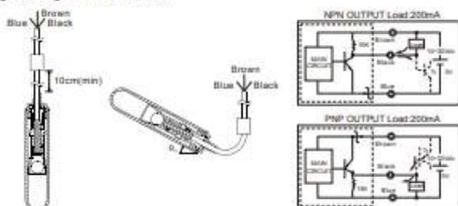
Micro Switch

When float is not in contact with liquid, the blue and black wires are in open state. Contact form is in NC mode. When liquid rises and lifts the float up until it reaches the actuation angle, the brown and black wires will be in open state. Contact form is in NO mode.



Proximity Switch

When switch is in dry state, metal ball should be more than 1mm away from proximity switch. No signal will be sent out. When liquid rises and lifts the float up to the actuation angle, metal ball will slide into proximity switch sensing range and signal will be sent out.



Reed Switch

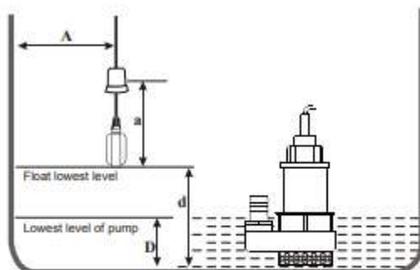
When liquid is in low level, metal ball stays away from sensing range. Brown and black wires are in open state, which is NC mode. When liquid rises and lifts the float up until it reaches the actuation angle, reed switch will be actuated. Brown and black wires will be in open state, which is NO mode.



DIMENSION FOR INSTALLATION

The float action length (a) must be shorter than the distance between wall and cable (A); if not, it will cause wrong action.

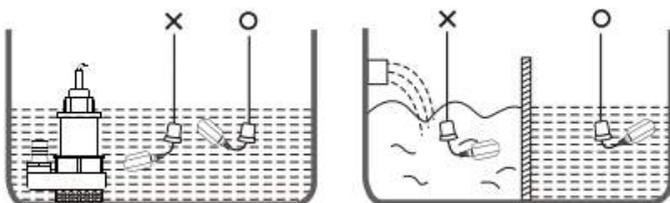
The lowest float level (d) must be higher than the lowest water level of pump (D).



CAUTION FOR INSTALLATION

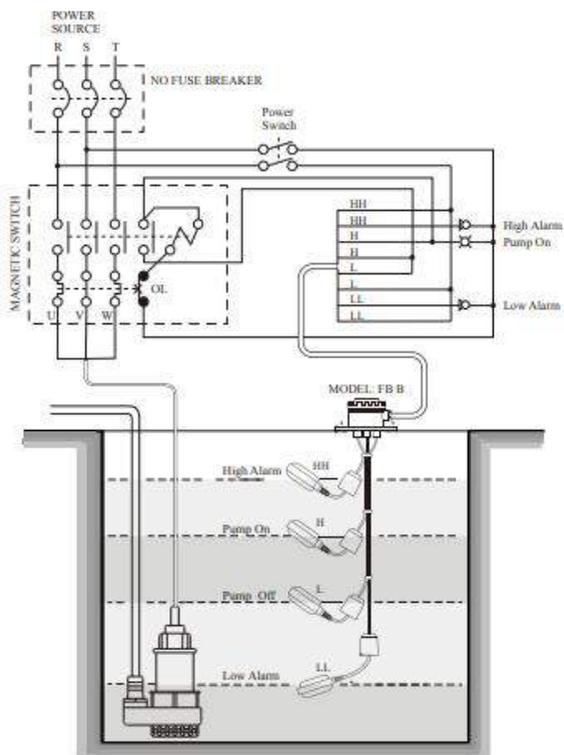
Keep proper distance between installation position and inlet of water pump to prevent float switch being sucked by inlet of water pump.

There should be a proper distance between installation position and inlet of water to prevent direct water impact. If it can't be avoided, please install wave-resistance pipe or wave-resistance plate for protection.



APPLICATION

The FBB type is suitable for installation from the roof of tank for pumping control with level alarms.



Lampiran C.

Datasheet Atmega 16

Features

- High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 1 MIPS throughput per MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Data and Non-Volatile Program Memory
 - 16/32/64K Bytes Flash of In-System Programmable Program Memory
 - 512B/1K/2K Bytes of In-System Programmable EEPROM
 - 1/2/4K Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
 - Data Retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C¹
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- On Chip Debug Interface (debugWIRE)
- CAN 2.0A/B with 6 Message Objects - ISO 16845 Certified
- LIN 2.1 and 1.3 Controller or 8-Bit UART
- One 12-bit High Speed PSC (Power Stage Controller)
 - Non Overlapping Inverted PWM Output Pins With Flexible Dead-Time
 - Variable PWM duty Cycle and Frequency
 - Synchronous Update of all PWM Registers
 - Auto Stop Function for Emergency Event
- Peripheral Features
 - One 8-bit General purpose Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - One 16-bit General purpose Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - One Master/Slave SPI Serial Interface
 - 10-bit ADC
 - Up To 11 Single Ended Channels and 3 Fully Differential ADC Channel Pairs
 - Programmable Gain (5x, 10x, 20x, 40x) on Differential Channels
 - Internal Reference Voltage
 - Direct Power Supply Voltage Measurement
 - 10-bit DAC for Variable Voltage Reference (Comparators, ADC)
 - Four Analog Comparators with Variable Threshold Detection
 - 100µA ±2% Current Source (LIN Node Identification)
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-Chip Oscillator
 - On-chip Temperature Sensor
- Special Microcontroller Features
 - Low Power Idle, Noise Reduction, and Power Down Modes
 - Power On Reset and Programmable Brown Out Detection
 - In-System Programmable via SPI Port
 - High Precision Crystal Oscillator for CAN Operations (16MHz)
 - Internal Calibrated RC Oscillator (8MHz)
 - On-chip PLL for fast PWM (32MHz, 64MHz) and CPU (16MHz)
- Operating Voltage: 2.7V - 5.5V
- Extended Operating Temperature:
 - -40°C to +85°C
- Core Speed Grade:
 - 0 - 8MHz @ 2.7 - 4.5V
 - 0 - 16MHz @ 4.5 - 5.5V



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16/32/64K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega16M1
ATmega32M1
ATmega64M1

Preliminary
Summary

820909-AVR-1 V1.0



1.1 Pin Descriptions

Table 1-1. Pinout description

QFN32 Pin Number	Mnemonic	Type	Name, Function & Alternate Function
5	GND	Power	Ground: 0V reference
20	AGND	Power	Analog Ground: 0V reference for analog part
4	VCC	Power	Power Supply
19	AVCC	Power	Analog Power Supply: This is the power supply voltage for analog part For a normal use this pin must be connected
21	AREF	Power	Analog Reference: reference for analog converter. This is the reference voltage of the AD converter. As output, can be used by ISRC (Current Source Output)
8	PB0	IO	MISO (SPI Master In Slave Out) PSCOUT2A ⁽¹⁾ (PSC Module 2 Output A) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)
9	PB1	IO	MOSI (SPI Master Out Slave In) PSCOUT2B ⁽¹⁾ (PSC Module 2 Output B) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
16	PB2	IO	ADC5 (Analog Input Channel 5) INT1 (External Interrupt 1 Input) ACMPN0 (Analog Comparator 0 Negative Input) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
23	PB3	IO	AMP0- (Analog Differential Amplifier 0 Negative Input) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
24	PB4	IO	AMP0+ (Analog Differential Amplifier 0 Positive Input) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
26	PB5	IO	ADC6 (Analog Input Channel 6) INT2 (External Interrupt 2 Input) ACMPN1 (Analog Comparator 1 Negative Input) AMP2- (Analog Differential Amplifier 2 Negative Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
27	PB6	IO	ADC7 (Analog Input Channel 7) PSCOUT1B ⁽¹⁾ (PSC Module 1 Output A) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
28	PB7	IO	ADC4 (Analog Input Channel 4) PSCOUT0B ⁽¹⁾ (PSC Module 0 Output B) SCK (SPI Clock) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
30	PC0	IO	PSCOUT1A ⁽¹⁾ (PSC Module 1 Output A) INT3 (External Interrupt 3 Input) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)




Table 1-1. Pinout description (Continued)

QFN32 Pin Number	Mnemonic	Type	Name, Function & Alternate Function
3	PC1	I/O	PSCIN1 (PSC Digital Input 1) OC1B (Timer 1 Output Compare B) SS_A (Alternate SPI Slave Select) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
6	PC2	I/O	T0 (Timer 0 clock input) TXCAN (CAN Transmit Output) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
7	PC3	I/O	T1 (Timer 1 clock input) RXCAN (CAN Receive Input) ICP1B (Timer 1 input capture alternate B input) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
17	PC4	I/O	ADC8 (Analog Input Channel 8) AMP1- (Analog Differential Amplifier 1 Negative Input) ACMPN3 (Analog Comparator 3 Negative Input) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
18	PC5	I/O	ADC9 (Analog Input Channel 9) AMP1+ (Analog Differential Amplifier 1 Positive Input) ACMP3 (Analog Comparator 3 Positive Input) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
22	PC6	I/O	ADC10 (Analog Input Channel 10) ACMP1 (Analog Comparator 1 Positive Input) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
25	PC7	I/O	D2A (DAC output) AMP2+ (Analog Differential Amplifier 2 Positive Input) PCINT15 (Pin Change Interrupt 15)
29	PD0	I/O	PSCOUT0A ⁽¹⁾ (PSC Module 0 Output A) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)
32	PD1	I/O	PSCIN0 (PSC Digital Input 0) CLK0 (System Clock Output) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
1	PD2	I/O	OC1A (Timer 1 Output Compare A) PSCIN2 (PSC Digital Input 2) MISO_A (Programming & alternate SPI Master to Slave Out) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
2	PD3	I/O	TXD (UART Tx data) TXLIN (LIN Transmit Output) OC0A (Timer 0 Output Compare A) SS (SPI Slave Select) MOSI_A (Programming & alternate Master Out SPI Slave In) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)

Table 1-1. Pinout description (Continued)

QFN32 Pin Number	Mnemonic	Type	Name, Function & Alternate Function
12	PD4	I/O	ADC1 (Analog Input Channel 1) RXD (UART Rx data) RXLIN (LIN Receive Input) ICP1A (Timer 1 Input capture alternate A input) SCK_A (Programming & alternate SPI Clock) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
13	PD5	I/O	ADC2 (Analog Input Channel 2) ACMP2 (Analog Comparator 2 Positive Input) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
14	PD6	I/O	ADC3 (Analog Input Channel 3) ACMPN2 (Analog Comparator 2 Negative Input) INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
15	PD7	I/O	ACMP0 (Analog Comparator 0 Positive Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
31	PE0	I/O or I	RESET (Reset Input) OCD (On Chip Debug I/O) PCINT24 (Pin Change Interrupt 24)
10	PE1	I/O	XTAL1 (XTAL Input) OC0B (Timer 0 Output Compare B) PCINT25 (Pin Change Interrupt 25)
11	PE2	I/O	XTAL2 (XTAL Output) ADC0 (Analog Input Channel 0) PCINT26 (Pin Change Interrupt 26)

Note: 1. Only for Atmega32M1/64M1
2. On the engineering samples, the ACMPN3 alternate function is not located on PC4. It is located on PE2

2. Overview

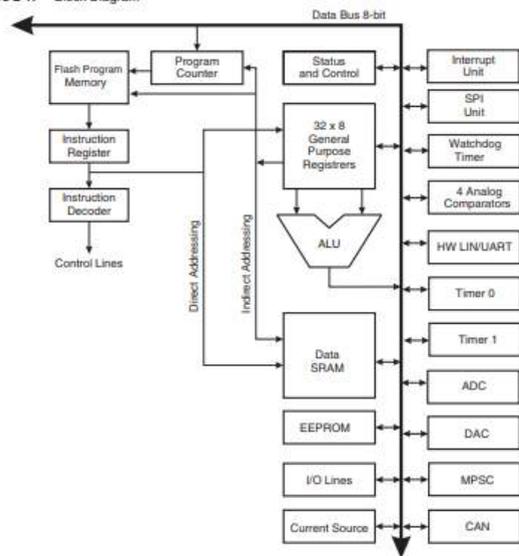
The ATmega16M1/32M1/64M1 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16M1/32M1/64M1 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.





2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16M1/32M1/64M1 provides the following features: 16/32/64K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512B/1K/2K bytes EEPROM, 1/2/4K bytes SRAM, 27 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, one Motor Power Stage Controller, two flexible Timer/Counters with compare modes and PWM, one UART with HW LIN, an 11-channel 10-bit ADC with two differential input stages with programmable gain, a 10-bit DAC, a programmable Watchdog Timer with Internal Individual Oscillator, an SPI serial port, an On-chip Debug system and four software selectable power saving modes.

The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI ports, CAN, LIN/UART and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the Crystal/Resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with in-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16M1/32M1/64M1 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16M1/32M1/64M1 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

2.2 Pin Descriptions

2.2.1 VCC

Digital supply voltage.

2.2.2 GND

Ground.

2.2.3 Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16M1/32M1/64M1 as listed on [page 70](#).

2.2.4 Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega16M1/32M1/64M1 as listed on [page 74](#).



- 2.2.5 Port D (PD7..PD0)**
- Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.
- Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16M1/32M1/64M1 as listed on [page 78](#).
- 2.2.6 Port E (PE2..0) RESET/XTAL1/XTAL2**
- Port E is an 3-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.
- If the RSTDISBL Fuse is programmed, PE0 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PE0 differ from those of the other pins of Port E.
- If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PE0 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in "System and Reset Characteristics" on [page 311](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.
- Depending on the clock selection fuse settings, PE1 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
- Depending on the clock selection fuse settings, PE2 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.
- The various special features of Port E are elaborated in "Alternate Functions of Port E" on [page 81](#) and "Clock Systems and their Distribution" on [page 27](#).
- 2.2.7 AVCC**
- AVCC is the supply voltage pin for the A/D Converter, D/A Converter, Current source. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC, DAC are not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.
- 2.2.8 AREF**
- This is the analog reference pin for the A/D Converter.

3. Resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

4. About Code Examples

This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. Be aware that not all C compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C compiler documentation for more details.

These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. For I/O registers located in extended I/O map, "IN", "OUT", "SBIS", "SBIC", "CBI", and "SBI" instructions must be replaced with instructions that allow access to extended I/O. Typically "LDS" and "STS" combined with "SBRS", "SBRC", "SBR", and "CBR".

5. Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.



ATmega16M1/32M1/64M1

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page	
(0x0E)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x0F)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x10)	RFB	--	--	--	--	FEV0	FEV1	FEV2	PEOP	150	
(0x11)	PM	--	--	--	--	PEV2	PEV1	PEV3	PEOP	151	
(0x12)	PMG3	POVEN2	PSEL2	PELEV2	PFLT2	PAOC2	PRFM2	PRFM3	PRFM0	150	
(0x13)	PMG1	POVEN1	PSEL1	PELEV1	PFLT1	PAOC1	PRFM1	PRFM1	PRFM0	150	
(0x14)	PMG2	POVEN0	PSEL0	PELEV0	PFLT0	PAOC0	PRFM0	PRFM0	PRFM0	150	
(0x15)	PCTL	PRR1	PRR2	POLSEL	--	--	PCV0	PRUN	--	150	
(0x16)	POC	--	--	POEN0	POEN1	POEN2	POEN3	POEN4	POEN5	146	
(0x17)	PCMF	--	--	PULOCK	PMODE	POP	POPA	--	--	149	
(0x18)	PSYNC	--	--	PSYNC1	PSYNC2	PSYNC3	PSYNC4	PSYNC5	PSYNC6	147	
(0x19)	POCR	R0H	--	--	--	POCR	R0L	POCR	R0H	149	
(0x1A)	POCR	RBL	POCR	R0B	POCR	R0B	POCR	R0B	POCR	R0B	149
(0x1B)	POCR2SBH	--	--	--	--	POCR2SB11	POCR2SB10	POCR2SB9	POCR2SB8	148	
(0x1C)	POCR2SBL	POCR2SB7	POCR2SB6	POCR2SB5	POCR2SB4	POCR2SB3	POCR2SB2	POCR2SB1	POCR2SB0	148	
(0x1D)	POCR2RAH	--	--	--	--	POCR2RA11	POCR2RA10	POCR2RA9	POCR2RA8	148	
(0x1E)	POCR2RAL	POCR2RA7	POCR2RA6	POCR2RA5	POCR2RA4	POCR2RA3	POCR2RA2	POCR2RA1	POCR2RA0	148	
(0x1F)	POCR2SAH	--	--	--	--	POCR2SA11	POCR2SA10	POCR2SA9	POCR2SA8	148	
(0x20)	POCR2SAL	POCR2SA7	POCR2SA6	POCR2SA5	POCR2SA4	POCR2SA3	POCR2SA2	POCR2SA1	POCR2SA0	148	
(0x21)	POCR1SBH	--	--	--	--	POCR1SB11	POCR1SB10	POCR1SB9	POCR1SB8	148	
(0x22)	POCR1SBL	POCR1SB7	POCR1SB6	POCR1SB5	POCR1SB4	POCR1SB3	POCR1SB2	POCR1SB1	POCR1SB0	148	
(0x23)	POCR1RAH	--	--	--	--	POCR1RA11	POCR1RA10	POCR1RA9	POCR1RA8	148	
(0x24)	POCR1RAL	POCR1RA7	POCR1RA6	POCR1RA5	POCR1RA4	POCR1RA3	POCR1RA2	POCR1RA1	POCR1RA0	148	
(0x25)	POCR1SAH	--	--	--	--	POCR1SA11	POCR1SA10	POCR1SA9	POCR1SA8	148	
(0x26)	POCR1SAL	POCR1SA7	POCR1SA6	POCR1SA5	POCR1SA4	POCR1SA3	POCR1SA2	POCR1SA1	POCR1SA0	148	
(0x27)	POCR0SBH	--	--	--	--	POCR0SB11	POCR0SB10	POCR0SB9	POCR0SB8	148	
(0x28)	POCR0SBL	POCR0SB7	POCR0SB6	POCR0SB5	POCR0SB4	POCR0SB3	POCR0SB2	POCR0SB1	POCR0SB0	148	
(0x29)	POCR0RAH	--	--	--	--	POCR0RA11	POCR0RA10	POCR0RA9	POCR0RA8	148	
(0x2A)	POCR0RAL	POCR0RA7	POCR0RA6	POCR0RA5	POCR0RA4	POCR0RA3	POCR0RA2	POCR0RA1	POCR0RA0	148	
(0x2B)	POCR0SAH	--	--	--	--	POCR0SA11	POCR0SA10	POCR0SA9	POCR0SA8	148	
(0x2C)	POCR0SAL	POCR0SA7	POCR0SA6	POCR0SA5	POCR0SA4	POCR0SA3	POCR0SA2	POCR0SA1	POCR0SA0	148	
(0x2D)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x2E)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x2F)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x30)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x31)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x32)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x33)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x34)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x35)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x36)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x37)	ACQCON	ACQEN	AC3E	AC3S1	AC3S0	--	AC3M2	AC3M1	AC3M0	258	
(0x38)	ACQCON	AC2EN	AC2E	AC2S1	AC2S0	--	AC2M2	AC2M1	AC2M0	258	
(0x39)	ACQCON	AC1EN	AC1E	AC1S1	AC1S0	AC1CE	AC1M2	AC1M1	AC1M0	257	
(0x3A)	ACQCON	AC0EN	AC0E	AC0S1	AC0S0	AC0KSEL	AC0M2	AC0M1	AC0M0	256	
(0x3B)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3C)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3D)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3E)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3F)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x40)	QCR1BH	QCR1B15	QCR1B14	QCR1B13	QCR1B12	QCR1B11	QCR1B10	QCR1B9	QCR1B8	127	
(0x41)	QCR1BL	QCR1B7	QCR1B6	QCR1B5	QCR1B4	QCR1B3	QCR1B2	QCR1B1	QCR1B0	127	
(0x42)	QCR1AH	QCR1A15	QCR1A14	QCR1A13	QCR1A12	QCR1A11	QCR1A10	QCR1A9	QCR1A8	127	
(0x43)	QCR1AL	QCR1A7	QCR1A6	QCR1A5	QCR1A4	QCR1A3	QCR1A2	QCR1A1	QCR1A0	127	
(0x44)	ICR1H	ICR115	ICR114	ICR113	ICR112	ICR111	ICR110	ICR19	ICR18	128	
(0x45)	ICR1L	ICR17	ICR16	ICR15	ICR14	ICR13	ICR12	ICR11	ICR10	128	
(0x46)	TCNT1H	TCNT115	TCNT114	TCNT113	TCNT112	TCNT111	TCNT110	TCNT19	TCNT18	127	
(0x47)	TCNT1L	TCNT17	TCNT16	TCNT15	TCNT14	TCNT13	TCNT12	TCNT11	TCNT10	127	
(0x48)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x49)	TCOCR	FOC1A	FOC1B	--	--	--	--	--	--	126	
(0x4A)	TCOCR	ICNC1	ICR15	--	WGM13	WGM12	CR12	CS11	CS10	125	
(0x4B)	TCOCR	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	--	--	WGM11	WGM10	123	
(0x4C)	DDR1	--	AMP3D	AMP2D	AMP1D	AMP0D	ADC1D	ADC0D	ADC0D	246	
(0x4D)	ANRR	ANCR0	ANCR1	ANCR2	ANCR3	ANCR4	ANCR5	ANCR6	ANCR7	248	
(0x4E)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	--	





Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
(0x7C)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	--	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	242
(0x7D)	ADCSRB	ADIFSCN	ISRCEN	AREFEN	--	ADIFSC	ADIFSC	ADIFSC	ADIFSC	244
(0x7E)	ADCSRA	ADIFEN	ADSC	ADIF	ADIF	ADIF	ADIFSC	ADIFSC	ADIFSC	243
(0x7F)	ADCF	--ADCF	--ADCF	--ADCF	--ADCF	--ADCF	--ADCF	--ADCF	--ADCF	245
(0x70)	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	AD_CONVERTER	246
(0x77)	AMP0CSR	AMP0EN	AMP0IS	AMP0G1	AMP0G0	AMP0M2	AMP0M1	AMP0M0	AMP0M3	248
(0x76)	AMP1CSR	AMP1EN	AMP1IS	AMP1G1	AMP1G0	AMP1M2	AMP1M1	AMP1M0	AMP1M3	248
(0x75)	AMP2CSR	AMP2EN	AMP2IS	AMP2G1	AMP2G0	AMP2M2	AMP2M1	AMP2M0	AMP2M3	247
(0x74)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x73)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x72)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x71)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x70)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x5F)	TIMSK1	--	--	ICF1	--	--	OCIE1B	OCIE1A	TOIE1	128
(0x5E)	TIMSK0	--	--	--	--	--	OCIE0B	OCIE0A	TOIE0	102
(0x5D)	PCMSK3	--	--	--	--	PCINT20	PCINT25	PCINT24	PCINT23	62
(0x5C)	PCMSK2	PCINT23	PCINT22	PCINT21	PCINT20	PCINT19	PCINT18	PCINT17	PCINT16	62
(0x5B)	PCMSK1	PCINT15	PCINT14	PCINT13	PCINT12	PCINT11	PCINT10	PCINT9	PCINT8	63
(0x5A)	PCMSK0	PCINT7	PCINT6	PCINT5	PCINT4	PCINT3	PCINT2	PCINT1	PCINT0	63
(0x49)	EKRA	ISC11	ISC10	ISC1	ISC0	ISC11	ISC10	ISC0	ISC0B	60
(0x48)	PCICR	--	--	--	--	PCIE3	PCIE2	PCIE1	PCIE0	61
(0x47)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x46)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x45)	OSCAL	--	CAL5	CAL4	CAL3	CAL2	CAL1	CAL0	34	
(0x44)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x43)	PRR	--	PRCAN	PRPS0	PRTM1	PRTIME	PRSP1	PRLN	PRADC	41
(0x42)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x41)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x40)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3F)	CLKPR	CLKPCE	--	--	--	CLKPS2	CLKPS1	CLKPS0	35	
(0x3E)	WDTCSR	WDFR	WDIF	WDP3	WDIF	WDFR	WDFR	WDFR	WDFR	50
(0x3F) (0x3F)	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	11
(0x3E) (0x3E)	SPH	SPH5	SPH4	SPH3	SPH2	SPH1	SPH0	SPH0	SPH0	14
(0x3D) (0x3D)	SPL	SPH7	SPH6	SPH5	SPH4	SPH3	SPH2	SPH1	SPH0	14
(0x3C) (0x3C)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3B) (0x3B)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x3A) (0x3A)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x39) (0x39)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x38) (0x38)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x37) (0x37)	SPMCSR	SPMIE	RWWSB	--	RWWSRE	BLBSET	POWRT	PGERS	SPMEN	275
(0x36) (0x36)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x35) (0x35)	MCUCR	SPS5	--	--	PLD	--	--	IVSEL	IVCE	37 & 63
(0x34) (0x34)	MCUSR	--	--	--	--	WDRF	BORF	EXTRF	POF	59
(0x33) (0x33)	SMCR	--	--	--	--	SM2	SM1	SMD	SE	37
(0x32) (0x32)	MSMCR	Monitor Stop Mode Control Register								reserved
(0x31) (0x31)	MCONDR	Monitor Data Register								reserved
(0x30) (0x30)	ACSR	ACIF	ACIF	ACIF	ACIF	ACIF	ACIF	ACIF	ACIF	289
(0x2F) (0x2F)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x2E) (0x2E)	SPOR	SP07	SP06	SP05	SP04	SP03	SP02	SP01	SP00	162
(0x2D) (0x2D)	SPSR	SPIF	WCOL	--	--	--	--	SP2X	--	161
(0x2C) (0x2C)	SPCR	SPE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	160
(0x2B) (0x2B)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x2A) (0x2A)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x29) (0x29)	PLLCFR	--	--	--	--	--	PLLFR	PLLE	PLLOCK	36
(0x28) (0x28)	OCR9B	OCR9B7	OCR9B6	OCR9B5	OCR9B4	OCR9B3	OCR9B2	OCR9B1	OCR9B0	100
(0x27) (0x27)	OCR9A	OCR9A7	OCR9A6	OCR9A5	OCR9A4	OCR9A3	OCR9A2	OCR9A1	OCR9A0	100
(0x26) (0x26)	TCTR	TCTR7	TCTR6	TCTR5	TCTR4	TCTR3	TCTR2	TCTR1	TCTR0	100
(0x25) (0x25)	TCR9B	FOCFB	--	--	WGM2	--	CS02	CS01	CS00	99
(0x24) (0x24)	TCR9A	COM9A1	COM9A0	COM9B1	COM9B0	--	WGM01	WGM00	--	98
(0x23) (0x23)	GTCCR	TSM	ICPSEL1	--	--	--	--	PRSRVNC	--	130
(0x22) (0x22)	EEARH	--	--	--	--	--	--	EEAR6	EEAR5	22
(0x21) (0x21)	EEARL	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	22
(0x20) (0x20)	EEDR	EEDR7	EEDR6	EEDR5	EEDR4	EEDR3	EEDR2	EEDR1	EEDR0	22
(0x1F) (0x1F)	EECR	--	--	--	EEERF	EEARW	EEARW	EEERF	EEERF	22
(0x1E) (0x1E)	GPOR0	GPOR07	GPOR06	GPOR05	GPOR04	GPOR03	GPOR02	GPOR01	GPOR00	26
(0x1D) (0x1D)	EMSK	--	--	--	INT3	INT2	INT1	INT0	INT0	66
(0x1C) (0x1C)	IFR	--	--	--	INT3	INT2	INT1	INT0	INT0	61

ATmega16M1/32M1/64M1

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x18 (0x18)	PCIFR					PCIF3	PCIF2	PCIF1	PCIF0	89
0x1A (0x1A)	GPOR2	GPOR27	GPOR26	GPOR25	GPOR24	GPOR23	GPOR22	GPOR21	GPOR20	86
0x19 (0x19)	GPOR1	GPOR17	GPOR16	GPOR15	GPOR14	GPOR13	GPOR12	GPOR11	GPOR10	86
0x18 (0x18)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x17 (0x17)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x16 (0x16)	TIFR1	--	--	ICF1	--	--	OCF1B	OCF1A	TOV1	129
0x15 (0x15)	TIFR0	--	--	--	--	--	OCF0B	OCF0A	TOV0	129
0x14 (0x14)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x13 (0x13)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x12 (0x12)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x11 (0x11)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x10 (0x10)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0F (0x0F)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0E (0x0E)	PORTF	--	--	--	--	--	PORTF2	PORTF1	PORTF0	84
0x0D (0x0D)	DDRF	--	--	--	--	--	DDRF2	DDRF1	DDRF0	84
0x0C (0x0C)	PINR	--	--	--	--	--	PINR2	PINR1	PINR0	84
0x0B (0x0B)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	84
0x0A (0x0A)	DDRD	DDRD7	DDRD6	DDRD5	DDRD4	DDRD3	DDRD2	DDRD1	DDRD0	84
0x09 (0x09)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	84
0x08 (0x08)	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	83
0x07 (0x07)	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	83
0x06 (0x06)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	83
0x05 (0x05)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	83
0x04 (0x04)	DDRB	DRB7	DRB6	DRB5	DRB4	DRB3	DRB2	DRB1	DRB0	83
0x03 (0x03)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	83
0x02 (0x02)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x01 (0x01)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x00 (0x00)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	

Note: 1. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written

- I/O Registers within the address range 0x00 - 0x1F are directly bit-accessible using the SBI and CBI instructions. In these registers, the value of single bits can be checked by using the SBIS and SBIC instructions
- Some of the status flags are cleared by writing a logical one to them. Note that, unlike most other AVR^s, the CBI and SBI instructions will only operate on the specified bit, and can therefore be used on registers containing such status flags. The CBI and SBI instructions work with registers 0x00 to 0x1F only
- When using the I/O specific commands IN and OUT, the I/O addresses 0x00 - 0x3F must be used. When addressing I/O Registers as data space using LD and ST instructions, 0x20 must be added to these addresses. The ATmega16M1/32M1/64M1 is a complex microcontroller with more peripheral units than can be supported within the 64 location reserved in Opcode for the IN and OUT instructions. For the Extended I/O space from 0x60 - 0xFF in SRAM, only the ST/STS/STD and LD/LDS/LDD instructions can be used
- These registers are only available on ATmega32/64M1. For other products described in this datasheet, these locations are reserved



8. Ordering Information

8.1 ATmega16M1

Speed	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
16MHz	2.7V - 5.5V	ATmega16M1 - AU	32A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega16M1 - MU	PV	

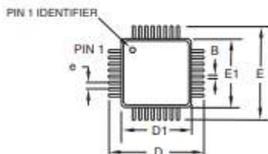
Note: All packages are Pb free, fully LHF

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
PV	PV, 32-Lead, 7.0mm x 7.0mm Body, 0.65mm Pitch Quad Flat No Lead Package (QFN)



9. Packaging Information

9.1 32A



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	1.20	
A1	0.05	-	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	8.75	9.00	9.25	
D1	6.90	7.00	7.10	Note 2
E	8.75	9.00	9.25	
E1	6.90	7.00	7.10	Note 2
B	0.30	-	0.45	
C	0.09	-	0.20	
L	0.45	-	0.75	
e	0.80 TYP			

Notes:

1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ABA.
2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

2010-10-20



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE

32A, 32-lead, 7 x 7 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness,
0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TOFP)

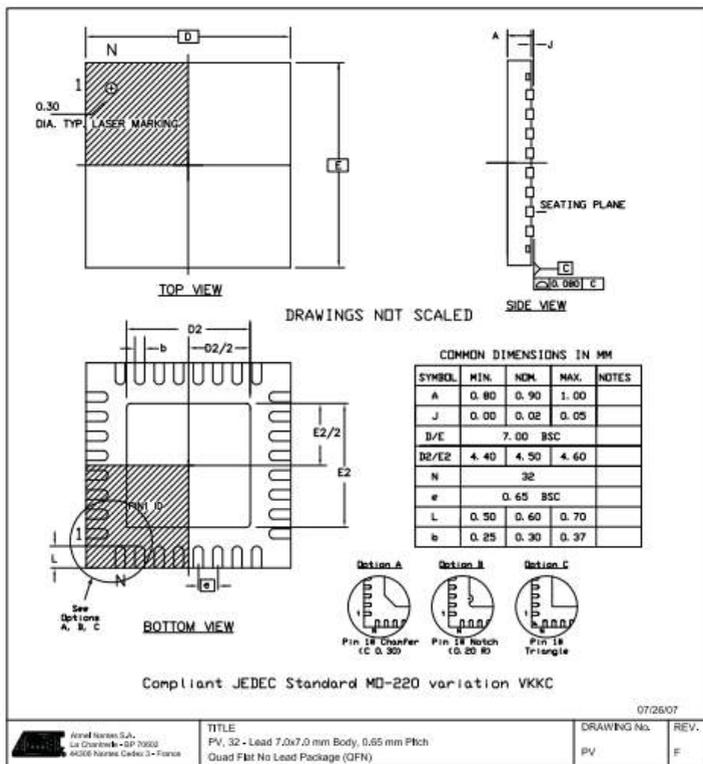
DRAWING NO.

32A

REV.

C

9.2 PV



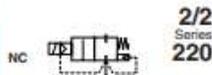
Lampiran D.

Datasheet Solenoid Valve



SOLENOID VALVES

pilot operated
for hot water/steam applications
3/8 to 1



FEATURES

- Small compact sized valves particularly designed for hot water and steam, compatible with the seal materials used
- For high temperature applications found in laundries, molding, steam atomization, sterilizers, autoclaves,...
- All products are covered by the Pressure Equipment Directive 2014/68/EU and are suitable for group 1 and 2 fluids
- The solenoid valves satisfy all relevant EU Directives and with the provisions of the Directive RoHS 2

GENERAL

Differential pressure See -SPECIFICATIONS- [1 bar = 100 kPa]

Response time 70 - 120 ms

fluids (+)	temperature range (TS)	seal materials (+)
hot water	-30°C to +58°C	PTFE
	-30°C to +147°C (class F / class H, DC)	
steam	-30°C to +173°C (class H, DC)	
	-30°C to +177°C (class H, AC)	



CONSTRUCTION

MATERIALS IN CONTACT WITH FLUID	
(-) Ensure that the compatibility of the fluids in contact with the materials is verified	
Body	Brass
Shading coil	Copper
Core tube	Stainless steel, AISI 305
Core and plugnut	Stainless steel, AISI 430F
Springs	Stainless steel, AISI 302
Diaphragm assembly	PTFE, stainless steel
Seal	PTFE
Disc	PTFE

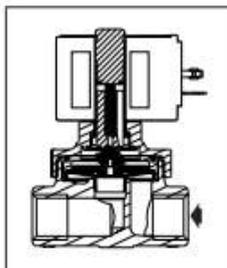
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Coil insulation class	F (AC) or H (AC/DC)
Connector	Spade plug (cable Ø 6-10 mm)
Connector specification	ISO 4400 / EN 175301-803, form A
Electrical safety	IEC 335
Electrical enclosure protection	Moulded IP65 (EN 80529)
Standard voltages	DC (-): 24V - 48V
[Other voltages and 50 Hz on request]	AC (-): 24V - 48V - 115V - 230V/50 Hz

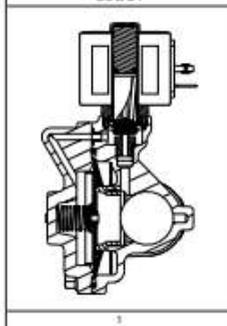
operator ambient temperature range (TS) (°C)	class	power ratings				replacement coil	
		inrush (VA)	holding (VA)	hot cold (W)	=	=	=
0 to +52	H	30	25	10.1	14.1/15.6	230V/50 Hz	24 V DC
0 to +60	H	30	25	10.1	--	230V/50 Hz	24V/50 Hz

OPTIONS

Connector with visual indication and peak voltage suppression or with cable length of 2 m (www.ascov.com)



3/8 to 3/4



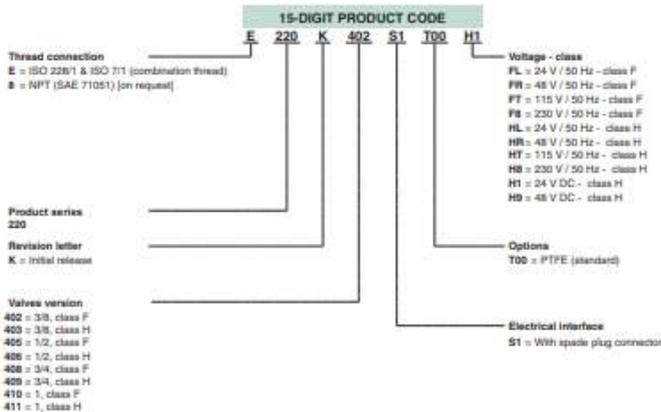
1

SPECIFICATIONS

pipe size	orifice size	flow coefficient Kv	operating pressure differential (bar)						max. fluid temp. class	power coil (W)	thread type	15-DIGIT PRODUCT CODE									
			min.	max. (PS)		min.	max.	brass				voltage code									
				steam (+)	water (+)							24 V 50 Hz	48 V 50 Hz	115 V 60 Hz	230 V 50 Hz	24 V DC	48 V DC				
WITHOUT MANUAL OPERATOR																					
NC - Normally closed																					
3/8	12.7	3.8	63.3	0	3	3.4	10	6.9	147	F	10.1	-	G ¹	01	E220K402S1T00	FL	FR	FT	FB	-	-
				0.3	9	-	10	-	177	H	10.1	-	G ¹	01	E220K403S1T00	HL	HR	HT	HB	-	-
1/2	12.7	4	68.6	0	3	3.4	10	6.9	147	F	10.1	-	G ¹	01	E220K408S1T00	FL	FR	FT	FB	-	-
				0.3	9	-	10	-	177	H	10.1	-	G ¹	01	E220K409S1T00	HL	HR	HT	HB	-	-
3/4	19	7.5	125	0	3	3.4	10	6.9	147	F	10.1	-	G ¹	01	E220K408S1T00	FL	FR	FT	FB	-	-
				0.3	9	-	10	-	177	H	10.1	-	G ¹	01	E220K409S1T00	HL	HR	HT	HB	-	-
1	25	10	166.6	0	3	-	10	-	147	F	10.1	-	G ¹	02	E220K410S1T00	FL	FR	FT	FB	-	-
				0.3	9	-	10	-	177	H	10.1	-	G ¹	02	E220K411S1T00	HL	HR	HT	HB	-	-

-For dimensions, see drawing(s) for each construction type on the following page(s).

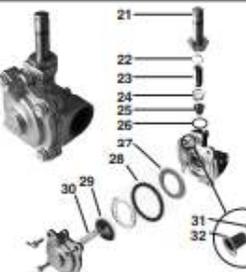
(*) Ensure that the compatibility of the fluids in contact with the materials is verified.



All leaflets are available on: www.asco.com

5 - Hot Water & Steam

1..5 / 11..16 / 21..32 = Supplied in spare part kit.

	SPARE PARTS KITS CODE (+)				
	AC (-)	PTFE	DC (+)		
				PTFE	
 <p>1 2 3 4 5</p>	E220K402S1T00FL/FR/FT/FR	M200307	T00	-	-
	E220K402S1T00H1/H9	-	-	M200308	T00
	E220K405S1T00FL/FR/FT/FR	M200307	T00	-	-
	E220K405S1T00H1/H9	-	-	M200308	T00
	E220K408S1T00FL/FR/FT/FR	M200310	T00	-	-
E220K408S1T00H1/H9	-	-	M200311	T00	
 <p>11 12 13 14 15 16</p>	E220K403S1T00FL/FR/FT/FR	M200309	T00	-	-
	E220K406S1T00FL/FR/FT/FR	M200309	T00	-	-
	E220K409S1T00FL/FR/FT/FR	M200312	T00	-	-
 <p>21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32</p>	E220K410S1T00FL/FR/FT/FR	M200313	T00	-	-
	E220K411S1T00FL/FR/FT/FR	M200314	T00	-	-

(+) Ensure that the compatibility of the fluids in contact with the materials is verified.

INSTALLATION

- The solenoid valves can be mounted in any position without affecting operation. For optimum performance mount solenoid vertical and upright
- Pipe connections (G") have standard combination thread according to ISO 228/1 and ISO 7/1
- Installation/maintenance instructions are included with each valve

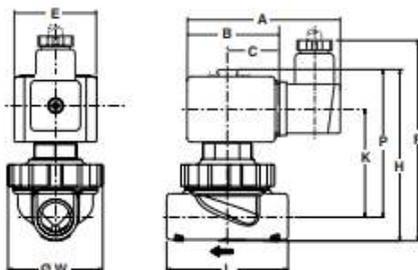
DIMENSIONS (mm), WEIGHT (kg) 



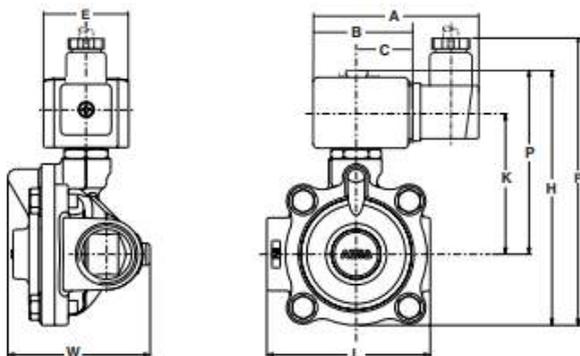
TYPE 01

Electrical interface "S1"
Epoxy moulded
IEC 335 / IEC 440
IP65

E220K402/403/405/406/408/409.....



E220K410/411.....



pipe size	A	B	C	E	F	H	K	L	P	W	weight ¹⁾
3/8 - 1/2	91	51	30	50	132	104	65	73	90	57	0,875
3/4	95	57	33	50	134	105	64	73	89	72	0,875
1	96	59	34	50	180	148	82	95	109	83	2,013

¹⁾ Incl. coils(s) and connector(s).

All leaflets are available on: www.ascoc.com

B - Hot Water & Steam

Lampiran E.

Listing Program

```
/******
```

```
***
```

This program was created by the
CodeWizardAVR V3.12 Advanced
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2014 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project : Pemasakan Teh

Version :

Date : 7/15/2018

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATmega16

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

```
*****
```

```
**/
```

```
#include <mega16.h>
```

```
// SPI functions
```

```
#include <delay.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
```

```
#include <alcd.h>
```

```
// Declare your global variables here
```

```
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
```

```

#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)

// USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 16
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];

#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index=0,rx_rd_index=0;
#else
unsigned int rx_wr_index=0,rx_rd_index=0;
#endif

#if RX_BUFFER_SIZE < 256
unsigned char rx_counter=0;
#else
unsigned int rx_counter=0;
#endif

// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;

// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
char status,data;
status=UCSRA;
data=UDR;
if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0)
{
rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
#if RX_BUFFER_SIZE == 256
// special case for receiver buffer size=256
if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
#else

```

```

    if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
    if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
    {
        rx_counter=0;
        rx_buffer_overflow=1;
    }
#endif
}
}

#ifndef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
    #if RX_BUFFER_SIZE != 256
    if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
    #endif
    #asm("cli")
    --rx_counter;
    #asm("sei")
    return data;
}
#pragma used-
#endif

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

// Voltage Reference: AREF pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) | (0<<ADLAR))

```

```

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
  ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
  // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
  delay_us(10);
  // Start the AD conversion
  ADCSRA|=(1<<ADSC);
  // Wait for the AD conversion to complete
  while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
  ADCSRA|=(1<<ADIF);
  return ADCW;
}

```

```

// SPI functions
#include <spi.h>
void read_max6675();
void read_leveltangki();
void read_kekeruhan();

```

```

#define SPI_enable    PORTB.4

```

```

#define solenoid_inlet  PORTD.7
#define solenoid_outlet PORTD.3
#define heater         PORTD.2
#define agitator       PORTD.6

```

```

#define open           0
#define close         1
#define on             0
#define off            1
#define max            300
#define min            50

```

```

#define read_kekeruhan1 read_adc(4)
#define read_levelup    read_adc(2)
#define read_leveldown  read_adc(1)
#define enable          read_adc(3)

```

```
#define keruh      200
#define detik      600
#define enable_sealer PORTB.6
```

```
unsigned int level_atas, level_bawah;
unsigned result, suhu;
int satuan, koma;
unsigned int d = 0;
char level, kekeruhan;
unsigned char display[21];
int count, x=0;
```

```
void main(void)
```

```
{
// Declare your local variables here
```

```
// Input/Output Ports initialization
```

```
// Port A initialization
```

```
DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) |
(0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) |
(0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2) | (0<<PORTA1)
| (0<<PORTA0);
```

```
// Port B initialization
```

```
DDRB=(1<<DDB7) | (1<<DDB6) | (1<<DDB5) | (1<<DDB4) |
(0<<DDB3) | (0<<DDB2) | (0<<DDB1) | (0<<DDB0);
PORTB=(1<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |
(0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1)
| (0<<PORTB0);
```

```
// Port C initialization
```

```
DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) |
(0<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);
PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) |
(0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2) | (0<<PORTC1)
| (0<<PORTC0);
```

```
// Port D initialization
DDRD=(1<<DDD7) | (1<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) |
(1<<DDD3) | (1<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);
PORTD=(1<<PORTD7) | (1<<PORTD6) | (0<<PORTD5) |
(0<<PORTD4) | (1<<PORTD3) | (1<<PORTD2) | (0<<PORTD1)
| (0<<PORTD0);
```

```
// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=(0<<RXC) | (0<<TXC) | (0<<UDRE) | (0<<FE) |
(0<<DOR) | (0<<UPE) | (0<<U2X) | (0<<MPCM);
UCSRB=(1<<RXCIE) | (0<<TXCIE) | (0<<UDRIE) |
(1<<RXEN) | (1<<TXEN) | (0<<UCSZ2) | (0<<RXB8) |
(0<<TXB8);
UCSRC=(1<<URSEL) | (0<<UMSEL) | (0<<UPM1) |
(0<<UPM0) | (0<<USBS) | (1<<UCSZ1) | (1<<UCSZ0) |
(0<<UCPOL);
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x4D;
```

```
// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) |
(0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (1<<ADPS2) | (0<<ADPS1) |
(0<<ADPS0);
SFIOR=(0<<ADTS2) | (0<<ADTS1) | (0<<ADTS0);
```

```
// SPI initialization
// SPI Type: Master
```

```

// SPI Clock Rate: 3000.000 kHz
// SPI Clock Phase: Cycle Start
// SPI Clock Polarity: Low
// SPI Data Order: MSB First
SPCR=(0<<SPIE) | (1<<SPE) | (0<<DORD) | (1<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);
SPSR=(0<<SPI2X);

lcd_init(20);

// Global enable interrupts
#asm("sei")
while (1){
    x=0;
    while(x<=10){
        if(rx_buffer[x] == '@'){
            count = rx_buffer[x+1] - 0x30;
            sprintf(display,"C%c",rx_buffer[x+1]);
            lcd_gotoxy(18,1); lcd_puts(display);
        }
        ++x;
    }
// while(enable < 50){ //READ SENSOR
// enable_sealer = 1;
read_max6675();
read_leveltangki();
read_kekeruhan();

//MASAK TANGKI
while(level == 'H' && d < detik && solenoid_inlet == close
&& solenoid_outlet == close){
    if(d < detik){
        solenoid_inlet = close;
        solenoid_outlet = close;
        delay_ms(500);
        agitator = on;
        delay_ms(500);

```

```

        read_max6675();
        sprintf(display, "PEMASAKAN TEH - %3d", d);
        lcd_gotoxy(0,3); lcd_puts(display);
        if(suhu > 70){ heater = off; }else if(suhu < 65){ heater =
on; }
        }else{
            heater = off;
            agitator = off;
            delay_ms(1000);
        }
        ++d;
    }

        heater = off;
        agitator = off;

        if(level != 'H' && solenoid_outlet == close && heater == off
&& agitator == off){
            d = 0;
            lcd_gotoxy(0,3);
            lcd_putsf("PENGISIAN TANGKI ");
            delay_ms(500);
            solenoid_inlet = open;
            solenoid_outlet = close;
            delay_ms(1000);
        }else if(level != 'L' && heater == off && agitator == off &&
solenoid_inlet == close){ //PENGOSONGAN
            solenoid_inlet = close;
            solenoid_outlet = open;
            lcd_gotoxy(0,3);
            lcd_putsf("PENGOSONGAN TANGKI ");
            delay_ms(2000);
        }else{
            solenoid_inlet = close;
            solenoid_outlet = close;
            delay_ms(1000);
            lcd_clear();
        }
    }

```

```
// }  
}  
}
```

```
void read_max6675(){  
    SPI_enable = 0;  
    result = (unsigned)spi(0)<<8;  
    result |= spi(0);  
    SPI_enable = 1;  
    result = (unsigned)(((unsigned long)result*5000)/4096L);  
    satuan = result/40;  
    koma = result%40;  
    suhu = satuan;  
    sprintf(display,"SUHU = %2u,%2u %cC      ",(result/40),  
(result%40),0xDF);  
    lcd_gotoxy(0,0);  
    lcd_puts(display);  
    delay_ms(1000);  
}
```

```
void read_leveltangki(){  
    if(read_levelup < 400)    level_atas = 1;    else    level_atas =  
0;  
    if(read_leveldown < 400)    level_bawah = 1;    else  
level_bawah = 0;  
    if(level_atas == 1 && level_bawah == 1){  
        level = 'H';  
        sprintf(display,"LEVEL = HIGH    ");  
        lcd_gotoxy(0,1);    lcd_puts(display);  
    }else if(level_bawah == 0){  
        level = 'L';  
        sprintf(display,"LEVEL = LOW    ");  
        lcd_gotoxy(0,1);    lcd_puts(display);  
    }  
    else if(level_bawah == 1){  
        level = 'M';  
        sprintf(display,"LEVEL = MIDDLE");  
    }
```

```

    lcd_gotoxy(0,1);  lcd_puts(display);
}
}

void read_kekeruhan(){
    if(d>=detik){
        sprintf(display,"KEPEKATAN=PEKAT",read_kekeruhan1,d);
        lcd_gotoxy(0,2);  lcd_puts(display);
    }else{

sprintf(display,"KEPEKATAN=T.PEKAT",read_kekeruhan1,d);
        lcd_gotoxy(0,2);  lcd_puts(display);
    }
    if(read_kekeruhan1 < 50)
        kekeruhan = 'K';
    else
        kekeruhan = 'B';
}

```

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis Rahma Rahayu Dwi Putri yang dilahirkan di Bandung pada tanggal 28 Juli 1997 dari ayah bernama Usdek Raharjo dan ibu bernama Elin Herlina Hidayah Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Komplek Perumahan Graha Bukit Raya 1 Blok F4 No.20 Ngamprah, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat. Pada tahun 2009, penulis menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di SD Negeri 1 Situgunting. Pada tahun 2012 penulis menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP PAS 4 Kota Bandung. Dan pada tahun 2015 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 18 Bandung. Dan pada tahun 2018 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**SISTEM OTOMASI SUHU DAN LEVEL PADA TANGKI PEMBUATAN TEH MESIN PRODUKSI TEH KEMASAN**”. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email rahmarahayu97@gmail.com

