

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini serta banyak kebutuhan manusia yang berdampak terhadap permasalahan lingkungan di sekitar, salah satu permasalahannya adalah pembuangan sampah, sering dijumpai pembuangan sampah-sampah plastik ke dalam air maupun tanah oleh manusia sehingga dapat menyebabkan kerusakan alam dan tidak dapat diurai oleh bakteri pengurai, sampah plastik yang ditimbun di dalam tanah membutuhkan waktu yang lama untuk diuraikan, jika sampah plastik dibakar hanya akan menjadikan sebuah gumpalan dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menguraikannya, akibat dari sampah plastik yang tertimbun ini menyebabkan terjadinya pemanasan global yang akan berdampak pada kehidupan manusia. Pembuangan sampah plastik ini yang menyebabkan rusaknya lingkungan hidup dan menjadi masalah yang belum bisa teratasi oleh masyarakat.

Sampah plastik merupakan jenis sampah yang sering dibuang oleh manusia karena banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari baik perorangan, maupun kelompok, Adanya limbah plastik ini juga menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar seperti pencemaran air, tanah, dan pencemaran udara serta menyebabkan pemanasan global, untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan daur ulang sampah plastik menggunakan mesin atau alat pembentukan plastik. Salah satu contohnya yaitu Mesin *Injection Molding* skala rumah tangga dengan sistem kendali *on off* pada pemanas yang dirancang oleh penulis sebagai Tugas Akhir.

Perancangan ini merupakan kelanjutan dari Tugas Akhir Alumni TPF-16 yang merancang mesin pencacah plastik dari botol kemasan menjadi cacahan plastik, kemudian hasil dari cacahan plastik tersebut akan dilakukan proses ke dalam mesin *injection molding* untuk mengolahnya menjadi produk yang berguna serta memiliki nilai jual.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Perancangan difokuskan pada bagian *nozzle* sebagai tempat pemanas cacahan plastik
2. Perancangan sistem kendali *on off* pada *nozzle* akan aktif ketika suhu mencapai 200°C
3. Perancangan sistem kendali *on off* menggunakan *microcontroller ATmega*
4. Jenis mesin *injection molding* skala rumah tangga tipe *vertical*
5. Jenis plastik yang digunakan berupa jenis polypropylene dari tutup botol kemasan minuman

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini antara lain sebagai berikut :

1. Membuat mesin *injection molding* dengan sistem kendali *on off* pada pemanas berkapasitas skala rumah tangga agar masyarakat dapat mengelola sampahnya secara mandiri.
2. mengetahui proses pembuatan *nozzle* sebagai tempat pemanas plastik.
3. mengetahui proses perancangan sistem kendali *on off* ketika mesin beroperasi.

1.4 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan adanya sistem kendali *on off* pada *nozzle* sebagai tempat pemanas plastik dapat memudahkan operator untuk mengetahui maupun mengatur suhu pemanasan yang diinginkan ketika mengoperasikan mesin *injection molding*

2. Membantu program pemerintah sebagai solusi dalam mengurangi populasi sampah plastik agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan di Indonesia

1.5 Metodologi

Adapun teknik yang dilakukan penulis untuk memperoleh data-data dan informasi yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- 1) Metode Studi Literatur dan Studi Pustaka

Metode studi pustaka ini penulis lakukan dengan membaca buku buku yang sesuai serta masalah pembahasannya mengenai *nozzle* pada mesin *injection molding vertical*. Serta mempelajari dan memahami mengenai perancangan sistem kendali *on off* pada proses pemanasan pada *nozzle*.

- 2) Metode Observasi

Metode observasi adalah suatu cara pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan tentang proses pembuatan *nozzle* pada mesin *injection molding vertical* di bengkel yang berlokasi di Mega regency cikarang selatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam menyusun laporan tugas akhir ini diperlukan sistematika penulisan diantaranya adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan, teknik pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas dasar teori yang dikutip dari berbagai referensi yang memuat pengetahuan dasar yang berkaitan dengan penyusunan tugas akhir ini.

BAB III : PERANCANGAN

Bab ini memuat data yang diperoleh selama pengerjaan tugas akhir dan sistem perancangan-perancangan alat yang akan dibuat.

BAB IV : PEMBAHASAN

Bab ini mengkajian dan membahas tentang hasil penelitian

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari pembahasan yang telah dibuat pada laporan tugas akhir serta memberi saran terkait masalah selama pengerjaan laporan tugas akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Injection Molding

Berbagai penggunaan jenis produk yang terbuat dari plastik menunjukkan peningkatan yang sangat pesat seiring berjalannya waktu yang tersebar luas seluruh sektor kehidupan manusia seperti pada penggunaan peralatan serta perlengkapan rumah tangga, peralatan serta perlengkapan kantor, sarana dibidang peralatan listrik dan ekonomi, sarana bidang pendidikan, transformasi, bangunan, peralatan listrik dan elektronik pertanian dan perikanan,, industri otomotif, pesawat, dan masih banyak lagi penggunaan lainnya dimana Proses produksinya merupakan suatu proses dengan menggunakan mesin *Injection Molding*.

Injection Molding adalah suatu teknik di bidang industri manufaktur untuk mencetak benda dari bahan thermoplastik. *Injection Molding* merupakan metoda proses produksi yang dapat dilakukan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen benda yang kecil serta memiliki bentuk yang rumit, dimana biaya yang dikeluarkan lebih murah bila dibandingkan dengan proses lain yang biasa digunakan. Proses *injection molding* ini terdiri dari bahan termoplastik yang dihaluskan kemudian dipanaskan sampai mencair, kemudian lelehan plastik disuntikan ke dalam cetakan baja, kemudian plastik tersebut akan mendingin dan memadat. Proses ini memerlukan kecepatan tinggi dan otomatis yang dapat memproduksi plastik dengan geometri yang kompleks, yang dimulai dengan memasukan serbuk plastik ke dalam *hopper*, kemudian menuju *barrel* yang didalamnya terdapat *screw* yang berfungsi untuk mengalirkan material leleh yang telah dipanasi menuju *nozzle*. Material ini akan terus didorong melalui *nozzle* dengan injector melewati *sprue* ke dalam rongga cetak.(Adhiharto dkk,Studi Rancang

Bangun Mesin Benchtop Injection Molding Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Botol Plastik,2017)



Gambar mesin injection molding vertical

(Sumber:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/908/1/012067/pdf>)

2.1.1 Bagian-bagian Mesin Injection Molding

Mesin injeksi umumnya terbagi ke dalam 3 bagian utama. Bagian utama tersebut memiliki fungsi masing-masing yang berhubungan dengan proses pencetakan produk. Bagian Utama Mesin Injeksi terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

a. Clamping Unit

Clamping unit berfungsi untuk memegang atau mengatur gerakan dari mold unit, serta gerakan ejector saat melakukan proses pelepasan produk dari mold. Pada clamping unit, kita dapat mengatur berapa panjang langkah gerakan molding saat membuka, mengatur tekanan clamping force, yaitu tekanan untuk menutup mold agar dapat menahan material plastik yang diinjeksikan, dan berapa panjang ejector harus bergerak untuk melepas produk.

b. Mold unit

Mold unit adalah bagian lain dari mesin injeksi, molding unit adalah bagian yang membentuk benda yang akan dibuat. Secara garis besar, molding unit

memiliki 2 bagian utama yaitu core dan cavity. Bagian cavity merupakan bagian cetakan yang berhubungan dengan nozzle pada mesin, sedangkan core merupakan bagian yang berhubungan dengan ejector.

c. Injection Unit

Injection unit terdiri dari beberapa bagian tetapi fungsi utamanya adalah menyediakan dan mengalirkan material plastik proses injeksi ke dalam mold. Di dalam injection unit, terjadi perubahan material plastik yang awalnya padat menjadi cair. Hal ini dilakukan agar material plastik dapat diinjeksikan ke dalam mold sehingga plastik dapat dibentuk sesuai produk yang akan dibuat.

2.2 Bahan Baku

Bahan Baku yang digunakan dalam proses injection molding adalah polimer. yakni jenis polimer PP (PolyPropylene) Polypropylene (PP) adalah "polimer adisi" **termoplastik yang** terbuat dari kombinasi monomer propilena. yang digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memasukkan kemasan untuk produk konsumen. komponen plastik untuk berbagai industri termasuk industri otomotif, perangkat khusus, maupun tekstil. Polypropylene pertama kali dipolimerisasi pada tahun 1951 oleh sepasang ilmuwan minyak Phillips bernama Paul Hogan dan Robert Banks dan kemudian oleh ilmuwan Italia dan Jerman Natta dan Rehn. Polypropylene memiliki permukaan yang relatif licin yang *dapat* menjadikannya sebagai pengganti plastik atau digunakan sebagai titik kontak untuk furnitur. Polypropylene diklasifikasikan sebagai material "termoplastik" (sebagai lawan dari "termoset") yang berkaitan dengan cara plastik merespon panas. Bahan termoplastik menjadi cair pada titik lelehnya berkisar 130-180° Celcius. Polypropylene digunakan baik dalam aplikasi rumah tangga dan industri. Sifat unik dan kemampuannya untuk berkembang dengan berbagai teknik fabrikasi membuat Polypropylene sebagai bahan yang tak ternilai untuk berbagai penggunaan. Karakteristik lain yang tak ternilai adalah kemampuan polypropylene berfungsi baik sebagai bahan plastik (Sutikno dkk,Pemanfaatan Biji Plastik Botol Bekas Kemasan Minuman untuk

Bahan Baku Pembuatan Lakop,2016)



Gambar 2.2 cacahan plastik

(Sumber: <http://www.mesinrekacipta.com/2015/01/mesin-cacah-plastik-kapasitas-500-kg-jam.html>)

2.2.1 Karakteristik Polypropylene








Beberapa sifat yang paling signifikan dari polypropylene adalah:

1. **Ketahanan Terhadap Kimia:** Basa dan asam encer tidak mudah bereaksi dengan polypropylene, yang membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk wadah cairan seperti, seperti bahan pembersih, produk pertolongan pertama, dan banyak lagi.
2. **Elastisitas dan Ketangguhan:** Polypropylene akan bertindak dengan elastisitas pada rentang defleksi tertentu (seperti semua bahan), tetapi juga akan mengalami deformasi plastik sejak awal dalam proses deformasi, sehingga umumnya dianggap sebagai material yang "keras". Ketangguhan

adalah istilah teknik yang didefinisikan sebagai kemampuan material untuk merusak (secara plastis, bukan elastikal) tanpa merusak.

3. **Ketahanan Lelah:** Polypropylene mempertahankan bentuknya setelah banyak puntir, membungkuk, dan / atau meregangkan. Properti ini sangat berharga untuk membuat engsel hidup.
4. **Isolasi:** polypropylene memiliki daya tahan yang sangat tinggi terhadap listrik dan sangat berguna untuk komponen elektronik.
5. **Transmisivitas:** Meskipun polipropilena dapat dibuat transparan, biasanya diproduksi secara alami buram dalam warna. Polypropylene dapat digunakan untuk aplikasi di mana beberapa transfer cahaya penting atau di mana nilai estetika. Jika transmisivitas tinggi diinginkan maka plastik seperti Akrilik atau Polikarbonat adalah pilihan yang lebih baik.

Tabel 2.2.1 Karakteristik jenis-jenis plastik

Kode Identifikasi Plastik	Nama Plastik	Deskripsi	Beberapa Penggunaan Plastik	Beberapa penggunaan Plastik Daur Ulang
	<i>Polyethylene Etilen Terephalate</i>	Bening, keras dapat dipakai sebagai serat	Botol minuman ringan dan botol air mineral,	Botol minuman ringan, botol detergen, plastic bening untuk kemasan,
	<i>High Density Polyethylene</i>	Plastik dengan warna atau bening	Kantong belanja, kantong freezer, botol susu dan cream,	Kotak kompos, botol detergen, kerat, kotak sampah, pipa
	<i>Polyvinyl Chloride</i>	Plastik keras dan kaku warna bening	Botol juice, kotak pupuk, pipa saluran	Botol detergen, tiang pipa saluran
		Fleksibel, bening dan elastis	Selang kebun, sol sepatu, kantong darah	Selang bagian dalam lantai industry
	<i>Low Density Polyethylene</i>	Halus, fleksibel	Kotak ice cream, kantong sampah, lembar plastic hitam.	Film untuk industry bangunan, industry kemasan, dan tanaman,
	<i>polypropylene</i>	Keras, tapi fleksibel	Kotak ice cream, kantong kentang goreng, kotak makanan.	Kotak kompos
	<i>Polystyrene</i>	Rigid dan rapuh. Dening dan mengkilap seperti kaca	Kotak yoghurt, plastic meja, Kristal imitasi "glass ware"	Gantungan pakaian, aksesoris kantor, penggaris, kotak video/CD
		Bentuk busa ringan, menyerap energy, isolasi termal	Cangkir minuman panas, wadah makanan siap saji, baki kemasan.	
	<i>Polycarbonate</i>	Termasuk plastic lainnya, acrylic dan nylon		

2.3 Pemanas elektrik

Merupakan elemen pemanas yang terbuat dari kumparan (gulungan) kawat/pita bertahanan listrik tinggi (niklin), yang kemudian dilapisi oleh isolator tahan panas (mica sheet), dan pada bagian luar dilapisi lagi oleh plat logam berbahan kuningan, alumunium ataupun stainless stell yang kemudian di bentuk menjadi lempengan berbentuk stripe, kemudian di bulatkan dengan mesin rol sehingga menjadi bentuk sabuk yang diameternya disesuaikan dengan kebutuhan.

Besarnya daya elemen pemanas tergantung dari jenis material yang akan dipanaskan, massa benda yang akan dipanaskan, dan waktu yang ingin ditempuh dalam mencapai suhu tertentu. Untuk menentukan besarnya daya elemen pemanas nantinya, menggunakan rumusan dari produsen *heater* sebagai berikut : (Andhy.rinanto dkk,Desain Ulang Unit Pemanas Dan Pengendali Kecepatan Injeksi Mesin Molding)

$$Q = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{860 \cdot t \cdot \eta}$$

Dimana:

Q = Daya *heater* (kWatt)

m = Massa benda yang dipanaskan (kg)

c = Panas jenis material (kkal/kg°C)

ΔT = Perbandingan suhu awal dengan suhu akhir pemanasan (°C)

t = Waktu pemanasan (jam)

η = Efisiensi (0,1 - 0,5)



Gambar 2.4 pemanas elektrik *band heater*

(Sumber:<https://th.rs-online.com/web/p/heating-elements/9209931/>)

2.4 Baja Karbon

Pada dasarnya baja karbon dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yang sebenarnya ditujukan untuk mempermudah pemilihan jenis baja yang ada. lalu Pengelompokan dapat digolongkan berdasarkan pada kelas atau kualitas, atau juga dapat digolongkan berdasarkan baja kadar karbon. Pengelompokan yang didasarkan pada kelas seperti tersebut di atas adalah berdasarkan pada kekuatan tarik yang dimiliki oleh baja yang bersangkutan, sebagai contoh DIN mengelompokkan baja yang memiliki kekuatan tarik 37 kg/mm dengan symbol st 37, sedangkan baja yang berdasarkan kadar karbon berupa baja hipoetektoid dan baja hiperetektoid. AISI (*American Iron Steel Institute*) dan SAE (*Society of Automotive Engineer*) mengelompokkan baja dengan system penomoran empat atau lima angka yang mencerminkan komposisi paduannya seperti seri 10XX , digit pertama menunjukkan

baja karbon, digit kedua modifikasi paduan, contohnya 11XX mengandung banyak sulfur, 12XX mengandung banyak fosfor dan lain-lain, sedangkan dua digit terakhir adalah kadar karbon, dalam besaran dikalikan dengan 0,01 %. Baja karbon rendah mengandung dari 0 - 0,25% kadar karbon, sedangkan baja karbon medium mengandung antara 0,25 - 0,55 % kadar karbon, sedangkan baja karbon tinggi mengandung > 0,55% kadar karbon. (Subagiyo dkk, Analisis Kekerasan Baja S45C Hasil Hardening Dengan Variasi Media Pendingin,2018)

Tabel 2.4 kadar karbon dan kegunaannya

Carbon Content, %	Usage
0,02-0,10	Nails, stampings, welding materials, wire rivets
0,10-0,20	Free-cutting materials, carburizing materials, structural steel, crank
0,20-0,30	Cams, camshafts, gears(carburized), structural steel, cranks and levers
0,30-0,40	Heat-treated bolts, screws, nuts, and axles, free-cutting manganese steel
0,40-0,50	Heat treated parts, carbon steel forgings, studs, gears, adapters
0,50-0,60	Oil hardening gears
0,60-0,70	Lock washers, forging dies, low-carbon tool steel, set and socket screws
0,70-0,80	Wrenches, saws(band), hammers, medium tool steels
0,80-0,90	Agricultural steels, harrow knivers, spring steel, punches
0,90-1,00	Harrow disks, springs, knives, dies
1,00-1,10	Ball bearings, drills, tool bits, cutters, taps
1,10-1,20	Cutting-tools, essentially same as 1.00-1.10
1,20-1,30	Files, cutting tools
1,30-1,40	Saws, boring tools ,instruments

2.5 Baja S45C

Baja S45C adalah baja yang mempunyai kadar karbon sekitar 0,51%, dan tergolong baja karbon menengah, baja S45C banyak digunakan sebagai alat-alat perkakas, poros 32 engkol dan roda gigi.

Baja S45C merupakan produk standarisasi dari jepang yang biasa disingkat JIS (Japan Industrial Standart). Baja S45C memiliki kandungan unsur utama berupa karbon (C) sebesar 0,50%, sulfur (S) sebesar 0,035%,mangan (Mn) sebesar 0,80%. Baja ini mempunyai sifat mampu untuk dilakukan proses perlakuan panas untuk dapat memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai poros roda gigi, mata gergaji,mata silet dan bantalan.(Subagiyo dkk, Analisis Kekerasan Baja S45C Hasil Hardening Dengan Variasi Media Pendingin,2018)

Tabel 2.5.1 Komposisi kimia Baja S45C

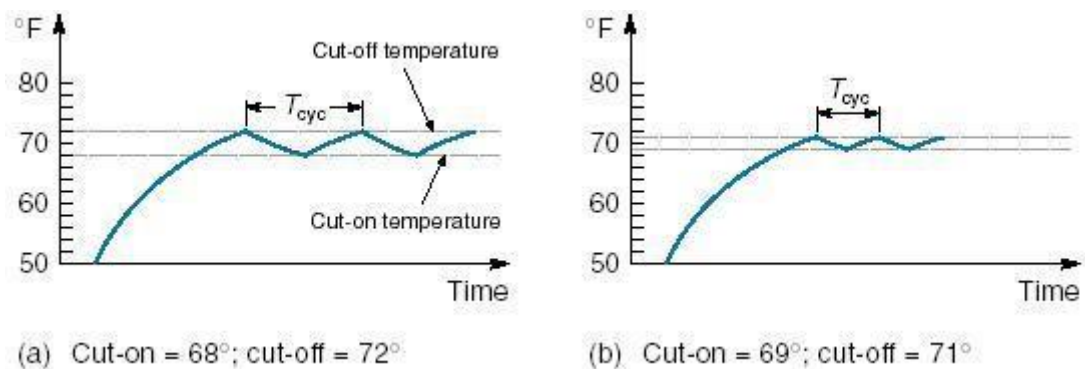
Unsur	Jumlah kandungan
Carbon (C)	0,42 – 0,50%
Iron (Fe)	97,74%
Mangan (Mn)	0,50 – 0,80%
Fosfor (P)	0,035%
Sulfur (S)	0,035%

2.6 Sistem Kendali On-Off

Sistem kendali atau sistem kontrol (*control system*) merupakan suatu alat untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah kendali ini dapat dipraktekan secara manual untuk mengendalikan sistem kontrol. Dalam sistem yang otomatis alat ini banyak digunakan didalam bidang industri dalam kehidupan sehari-hari sering dipakai untuk mempermudah produksi.

Kendali dua nilai (juga disebut kendali on-off) merupakan strategi kendali ikal tertutup yang paling sederhana. Dalam hal ini, aktuator dapat menghasilkan nilai variabel (besaran) yang dikendalikan dalam keadaan tenaga penuh atau tanpa tenaga sama sekali. Pada saat aktuator off, besaran yang dikendalikan kembali posisi awalnya semula. Contoh dari sistem kendali jenis ini adalah sistem pemanas yang dikendalikan oleh thermostat. Tinjau suatu ruangan dengan sistem pemanasan off, dan suhu luar ruangan 50° F. Setelah beberapa saat suhu ruangan akan turun menjadi sama besar dengan suhu luar yakni sebesar 50° F. Ini merupakan suhu ruangan dalam kesetimbangan. Jika kemudian sistem pemanas ruangan diaktifkan (on) dan termostat diatur untuk bekerja pada suhu rata-rata 70° F seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 kurva (a). suhu dalam ruangan mulai meningkat, dengan cepat pada awalnya, dan kemudian melambat (disebabkan proses kehilangan panas mulai meningkat). Pada saat suhu mencapai titik henti 72° F, pemanas dimatikan. Suhu ruangan dengan segera akan menurun menuju titik kesetimbangan 50° F; namun jauh sebelum mencapai titik tersebut, suhu mencapai titik henti bawah pada 68° F, pada kondisi ini pemanas dihidupkan kembali. Perhatikan bahwa kurva suhu mirip dengan bentuk kurva pengisian dan buang muatan dari suatu kapasitor. Kapasitas pemanasan yang besar dari pemanas

akan membuat kurva suhu pemanasan (charging/pengisian) lebih curam, dan ukuran ruangan yang besar akan membuat kurva suhu untuk pendinginan (discharging/buang muatan) juga semakin curam (karena suhu dalam ruangan turun dengan cepat). Perhatikan juga bahwa suatu besaran berupa waktu siklus (T_{cyc}) diasosiasikan dengan sistem kendali on-off. Waktu siklus ini dipengaruhi oleh kapasitas pemanas dan luas ruangan, juga oleh perbedaan suhu titik-titik henti on (cut-on) dan henti off (cut-off). Jika batasan-batasan ini semakin diperkecil perbedaannya maka suhu akan dapat dipertahankan lebih mendekati 70° F, namun hal ini menyebabkan frekuensi siklus meningkat, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.6 kurva (b). Umumnya, suatu siklus yang tinggi tidak baik karena dapat merusakkan motor dan saklar. Dengan demikian sistem kendali on-off memiliki keterbatasan sehingga hanya cocok untuk dipergunakan guna mengendalikan sistem-sistem yang berubah dengan lambat dan dimana hanya diperlukan kondisi dimana variabel yang dikendalikan hanya berubah dalam batas dua titik henti. (Nana.subarna, Sistem Kendali On/Off Motor Induksi Pompa Air Dengan Histerisis dapat Diprogram, 2018)

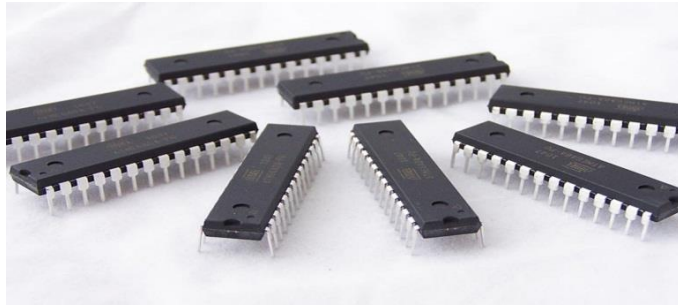


Gambar 2.6 Kurva suhu dari sistem pemanas dengan kendali on-off

(Sumber: <https://kuliah.unpatti.ac.id/mod/page/view.php?id=21>)

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi. Masing-masing mikrokontroler mempunyai cara dan bahasa pemrograman yang berbeda, sehingga program untuk suatu jenis mikrokontroler tidak dapat dijalankan pada jenis mikrokontroler lain. (Faisal.ashari,Pengembangan media pembelajaran trainer mikrokontroller robot lengan berbasis arduino pada mata pelajaran perekayasaan sistem robotik di smk negeri 2 bojonegoro,2017)



Gambar 2.7 mikrokontroler

(Sumber:<https://www.immersa-lab.com/jenis-jenis-mikrokontroler.html>)