RANCANG BANGUN PEMANFAATAN *THERMOELECTRIC* SEBAGAI PENDINGIN PADA KONTROLMESIN INJECTION PLASTIK STORK 450 TON

Hengki Sugiyanto, A. Hafid Paronda, Seta Samsiana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi
Jl Cut Meutia No. 83 Bekasi 17113, Jawa Barat, Indonesia
E-mail: hengky1978@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini penulis menganalisa penggunaan thermoelektrik untuk menurunkan temperatur pada kontrol mesin injeksi plastik pada mesin stork 450 ton. Penelitian di lakukan mengunakan komponen seperti *power supply*, *exhaust fan*, thermostat eldon, thermoelektrik, multitester, *heat sink*, kabel, tang ampere dan thermometerdigital untuk menganalisa mesin. Temperatur pada kontrol mesin sebelum mengunakan termoelektrik temperatur mesin adalah 52,7^{o}C. Kemudian semua komponen di pasang pada kontrol mesin. Setelah itu di berikan tegangan 21-23,5Volt dengan daya 3 ampere sebagai hasilnya temperatur akan menurun menjadi 37,2^{o}C dalam waktu 15 menit. Kesimpulannya pengunaan termoelektrik pada mesinberhasil menurunkan suhu panel kendali.

Kata kunci : Termoelektrik, power supply, exhaust fan

ABSTRACT

In this research, the usage of thermoelectric in order to decrease the temperature in injection plastic engine control in 450 tons stork machine is analysed. To do so, this research use several components such as power supply, exhaust fan, eldon thermostat, thermoelectric, multitester, heat sink, cables, current pliers and digital thermometer. The temperature in engine control is 52,7^{o}C before the thermoelectric is applied. Next, all the components is installed in engine control and 21-23,5 Volt voltage and 3 ampere current is given. As a result, the temperature is decreasing into 37,2^{o}C in 15 minutes. Hence the usage of thermoelectric in the engine is successfully decrease the control panel temperature.

*Keywords :*Termoelektrik*, power supply*, *exhaust fan*

PENDAHULUAN

Mesin *Injection Plastic* adalah metode pembentukan matrial thermoplastic dengan cara melelehkan material pada suhu tertentu yang disuntikan ke dalam cetakan kemudian didinginkan menggunakan air sehingga mengeras. Mesin ini digunakan pada PT Dynaplast untuk memproduksi jenis barang dengan bahan dasar biji plastik. Biji plastik tersebut dilelehkan dengan cara dimasukan ke dalam Barel mesin kemudian disuntikan kedalam cetakan atau bentuk yang diinginkan sehingga menjadi produk siap pakai.

Pada awal penggunaan mesin injection tersebut, mesin berjalan normal tanpa ada masalah.Namun setelah beberapa tahun, mesin sering mengalami masalah yaitu mesin menjadi cepat panas dan mesin mati. Setelah diadakan penelitian dan analisa, ternyata sistem pendingin yang digunakan tidak sesuai dengan kondisi di Negara tropis.

Dengan proses yang terus menerus selama dua puluh empat jam sehari maka beberapa komponen elektrik mesin tersebut mengalami.Untuk mengurangi panas yang ditimbulkan oleh proses produksi tersebut, produsen mesin menggunakan pendingin yaitu exhaus fan yang berfungsi untuk mengeluarkan panas dari elektrik tersebut. Karena perusahaan menggunakan mesin yang berasal dari eropa dengan standar penggunaan di sana, maka mesin sering mengalami masalah yaitu over heating (mesin terlalu panas) sehingga mesin mati secara mendadak. Hal ini disebabkan suhu dan iklim di Indonesia berbeda dengan iklim di eropa, sementara mesin tidak disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka penulis mengadakan penelitian dengan menggunakan *Thermoelectric* (*peltier*) sebagai elemen pendingin untuk menggantikan elemen pendingin

sebelumnya yaitu exhaus fan. Selanjutnya penulis akan membuat rancang bangun pemanfaatan pemanfaatan *thermoelectric* sebagai pendingin pada control mesin injection plastic stork 450 ton.

TINJAUAN PUSTAKA

Pendinginan (refrigerasi)

Pendinginan (refrigerasi) adalah pemindahan panas dari suatu tempat ke tempat lain melalui perubahan keadaan (*phase*) suatu cairan. Panas dapat juga dipindahkan dengan berbagai cara sepanjang masih ada perbedaan temperatur. Jadi cairan dinginpun dapat menyerap panas dari benda dingin tergantung dari hasil yang diinginkan.Untuk menghasilkan dingin diperlukan adanya fluida atau refrigerant yang digunakan untuk menyerap panas melalui perubahan *phase*, dari cair ke gas (evaporasi) dan membuang panas melalui perubahan *phase* gas ke cair (kondensasi).

Untuk definisi pendinginan udara juga bisa diartikan oleh adanya unsur panas dan dingin dengan pengertian panas adalah salah satu bentuk energi yang tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Panas hanya dapat dipindahkan jika terdapat perbedaan temperatur dan tekanan.Panas itu tetap ada walau pada temperatur yang rendah sekalipun. Sedangkan dingin: istilah yang relatif, temperatur udara luar 28 °C yang tinggal di daerah tropis akan terasa dingin, tidak dingin untuk orang-orang yang tinggal di daerah kutub. Ada definisi lain, dingin adalah tidak ada panas (absence of heat). Padahal di kehidupan sehari-hari tidak ada dingin yang betul-betul tidak adanya panas (absolute zero).

Thermoelectric

Fenomena *thermoelectric* pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck.Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Di antara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang menggerakkan jarum kompas. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan efek seebeck.

Penemuan seebeck ini memberikan inspirasi pada Jean Charles *Peltier* untuk melihat kebalikan dari fenomena tersebut. Dia mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian. Ketika arus listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan dan penyerapan panas ini saling berbalik begitu arah arus dibalik. Penemuan yang terjadi pada tahun 1934 ini kemudian dikenal dengan efek *peltier*. Efek seebeck dan *peltier* inilah yang kemudian menjadi dasar pengembangan teknologi *thermoelectric*. Setelah itu, perkembangan *thermoelectric* tidak diketahui dengan jelas sampai kemudian dilanjutkan oleh WW Coblenz pada tahun 1913 yang menggunakan tembaga dan constantan (campuran nikel dan tembaga).

Dengan efisiensi konversi sebesar 0,008%, sistem yang dibuatnya itu berhasil membangkitkan listrik sebesar 0,6 mW.AF I*off*e melanjutkan lagi dengan bahan-bahan semikonduktor dari golongan II-V, IV-VI, V-VI yang saat itu mulai berkembang. Hasilnya cukup mengejutkan, di mana efisiensinya meningkat menjadi 4 persen. I*off*e melakukan satu lompatan besar di mana ia berhasil menyempurnakan teori yang berhubungan dengan material *thermoelectric*. Teori itu dibukukan tahun 1956 yang kemudian menjadi rujukan para peneliti hingga saat ini.Penelitian *thermoelectric* muncul kembali tahun 1990-an setelah sempat menghilang hampir lima dasawarsa karena efisiensi konversi yang tidak bertambah.

Setidaknya ada tiga alasan yang mendukung kemunculan tersebut. Pertama, ada harapan besar ditemukannya material *thermoelectric* dengan efisiensi yang tinggi, yaitu sejak ditemukannya material superkonduktor High-Tc pada awal tahun 1986 dari bahan yang selama ini tidak diduga (ceramic material). Kedua, sejak awal 1980-an, teknologi material berkembang pesat dengan kemampuan menyusun material tersebut dalam level nano. Teknologi analisa dengan XPS, UPS, STM juga memudahkan analisa struktur material. Ketiga, pada awal tahun 1990, tuntutan dunia tentang teknologi yang ramah lingkungan sangat besar.Ini memberikan imbas kepada teknologi thermo electric sebagai sumber energi alternatif.

Material yang banyak digunakan saat ini adalah Bi 2 Te 3, PbTe, dan SiGe. Saat ini Bi2 Te3 memiliki figure of merit tertinggi. Namun, karena terurai dan teroksidasi pada suhu di atas 500^{o}C, pemakaiannya masih terbatas.Rendahnya Figure of merit ini menyebabkan rendahnya efisiensi konversi yang dihasilkan, di mana saat ini efisiensinya masih berkisar di bawah 10 persen. Nilai ini masih berkurang sampai 5 persen setelah menjadi sebuah sistem pembangkit listrik. Masih cukup jauh dibandingkan dengan solar cell yang sudah mencapai 15 persen. Daya thermal yang mampu didisipasikan dalam bentuk perbedaan panas.

Pemanfaatan *Thermoelectric*

Penggunaan *thermoelectric*yang sedang dikembangkan saat ini, seperti pemanfaatan perbedaan panas di dasar laut dan darat, atau pemanfaatan panas bumi. Kesulitan terbesar dalam pengembangan energi ini adalah mencari material *thermoelectric* yang memiliki efisiensi konversi energi yang tinggi. Parameter material *thermoelectric* dilihat dari besar figureof merit suatu material. Idealnya, material *thermoelectric* memiliki konduktivitas listrik tinggi dan konduktivitas panas yang rendah. Namun kenyataannya sangat sulit mendapatkan material seperti ini, karena umumnya jika konduktivitas listrik suatu material tinggi, conducticity panasnya pun akan tinggi. Adapun pemanfaatan *thermoelectric* antara lain Pembangkit Daya (*Power Generator*), Kendaraan Bermotor, Mesin Pendingin dan Konverter Termionik

Prinsip *Thermoelectric*

Prinsip dari *thermoelectric* adalah dengan berdasarkan Efek Seebeck yaitu jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain.

Fenomena *thermoelectric* pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Seebeck menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Di antara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang menggerakkan jarum kompas. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan efek Seebeck.

Thermostat

Alat pengatur panas khusus atau thermostat adalah suatu alat yang dapat menghubungkan dan memutuskan lingkaran arus secara otomatis berdasarkan perubahan suhu.Alat ini memiliki suatu alat perasa yang peka terhadap perubahan suhu. Pemanfaatan thermostat umumnya untuk peralatan yang pemanasannya bersumber pada energi listrik untuk menghidupkan sumber panas. Tujuan pemakaiannya adalah sebagai peralatan pengaman untuk mempertahankan panas sesuai seting yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga sumber panas tidak akan mudah rusak. Inti susunan thermostat terdiri atas saklar otomatis yang bekerja berdasarkan prinsip beda koefisien muai panjang yaitu bimetal. Bimetal adalah dua buah logam atau paduan logam yang memiliki beda koefisien muai panjang dan direkatkan satu sama lain dengan jalan mengeling atau mengelas tidak akan cepat mudahrusak.

Prinsip kerja dari bimetal adalah apabila dipanaskan akan melengkung. Melengkungnya logam ini disebabkan oleh perbedaan koefisien muai kedua plat logam. Azas kerja dari thermostat sendiri adalah sekrup (tombol) pengatur berfungsi mengatur jarak antara cakram kontak. Apabila suhu sudah mencapai nilai tertentu sesuai *setting* yang telah ditentukan sebelumnya, kontak akanterputus karena logam yang ada pada bimetal membengkok. Beberapa saat kemudian apabila suhu turun maka arus akan mengalir kembali karena logam pada bimetal kembali pada posisi semula yang mengakibatkan arus terhubung.

Faktor Penyebab Panas Mesin

Dalam proses konversi energi, gas dibakar untuk mendapatkan gerakan mekanis dan hasil lain yang berupa panas. Panas yang dihasilkan digunakan mesin untuk mendapatkan kinerja yang optimal namun

jika panas yang dihasilkan terus bertambah dan tidak terkendali maka hal ini dapat menjadi awal dari kerusakan pada sistem kerja yang akan berakibat pada terganggunya proses produksi. Pengujian pengendalian panas pada mesin harus dilakukan untuk menjaga kinerja mesin. Pengendalian dilakukan dengan pengamatan kenaikan temperatur dan beban terkait agar tidak terlalu panas dan sesuai dengan kebutuhan.Ada beberapa faktor yang mengakibatkan temperatur pada mesin produksi injection plastic di antaranya:

1. Faktor External
   Pada saat temperatur di sekeliling mesin tinggi (musim panas) maka secara tidak langsung akan mempengaruhi dari sistem pendinginan yang ada di mesin dikarenakan udara yang ada di atmosfir hampir sama temperaturnya dengan yang dikeluarkan oleh mesin itu sendiri. Untuk itu sistem pendinginanya kurang maksimal.
2. Faktor internal
   a. Faktor kondisi operasi
      Mengoperasikan mesin dalam keadaan penuh (*full*) dan dalam waku yang lama dapat menyebabkan panas berlebihan pada mesin, kelebihan beban (*overload*) yang terjadi pada mesin menimbukan panas yang berlebihan dan bisa juga dikarenakan sistem exhaus fan kurang maksimal untuk membuang (mengganti) udara yang ada di dalam mesin.
   b. *Pressure relief valve*
      Pressure relief valve menjaga tekanan cooling systemagar tetap konstan dan lebih besar nilainya dari tekanan atmosphir. Reliefvalve harus dapat menahan tekanan konstan minimal sebesar 7 Psi dan tidak boleh melebihi 16 Psi.
   c. *Water pump* (*cooling tower*)
   Laju aliran air pada sistim pendinginan jika kurang maksimal atau daya dari pump dari *cooling tower* tidak maksimal juga berpengaruh terhadap sistem pendinginan.
d. *Heat exchanger*
   Heat exchanger merupakan suatu alatbantu untuk mentransfer panas ke lingkungan dengan mengalirkan media lain untuk mendinginkan media penghantar panas. Berikut merupakan bagian utama dari *Heat exchanger*.
e. Strainer
   Fungsi strainer ini adalah, agar pada saat pompa menghisap air, kotoran atau material yang lain tidak ikut terhisap ke dalam pompa yang dapat mengakibatkan kerusakan impeler pompa.Strainer merupakan alat sejenis penyaring yang terdapat pada bagian ujung selang hisap. Strainer ini biasa digunakan pada Pompa Hydrant Portable atau pada mobil pemadam kebakaran yang membutuhkan air dari sumber - sumber yang tidak tentu.

Metode Penelitian

Obyek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem pendingin *thermoelectric peltier* C12706 untuk menggantikan elemen pendingin exhaus fan pada kontrol mesin Injection plastik tipe Stork 450 ton.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di PT Dynaplast.Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juni 2013 sampai dengan selesai.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan

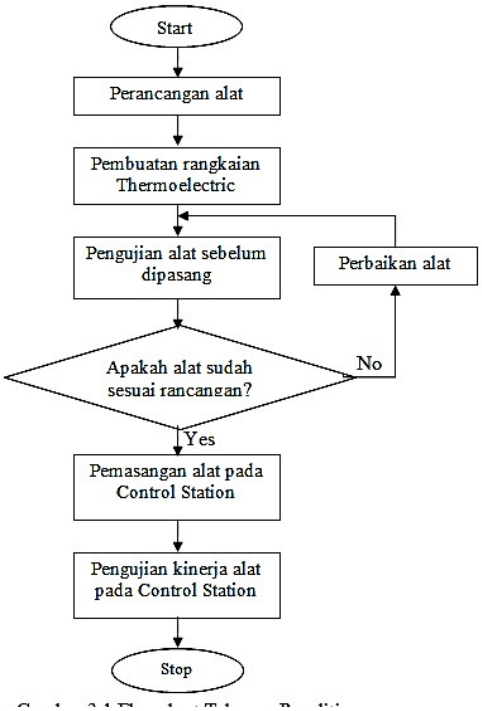
No	Nama alat	Type
1	*Peltier*	C12706
2	*Power supply*	24V
3	*Heatsink*	
4	*Exhaust fan*	DKM 4
5	*Thermostat Eldon*	ETR202NC
6	Tang Ampere	Hioki 3288
7	*Thermometer*	Chyy 111

Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, di antaranya:

a. Perancangan alat
b. Pembuatan rangkaian *Thermoelectric Peltier*
c. Pengujian alat sebelum pemasangan pada *Control Station*
d. Pemasangan *Thermoelectric* pada *Control station*
e. Melakukan pengujian kinerja alat

Adapun tahapan-tahapan penelitian tersebut di atas dapat digambarkan seperti *flowchart*pada Gambar 1.



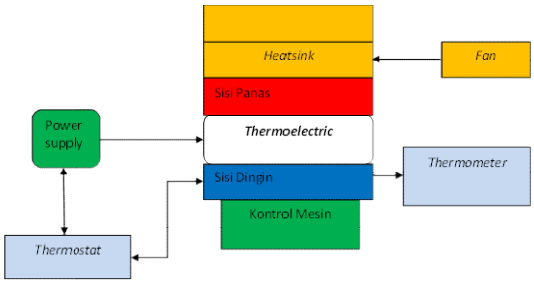
Gambar 1.*Flowchart* tahapan penelitian

1. Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian ini meliputi perancangan sistem kerja dan perancangan perangkat keras.

a. Perancangan Sistem Kerja *Thermoelectric peltier*

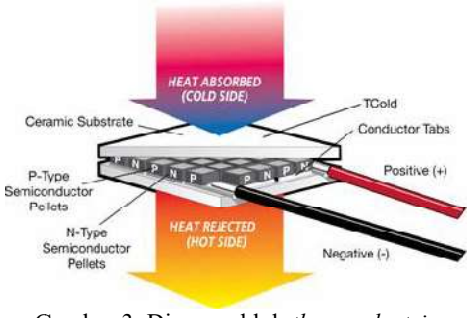
Diagram blok dari sistem alat yang akan dibuat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok sistem

Fungsi kerja alat pada penelitian ini sebagaimana blok diagram di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

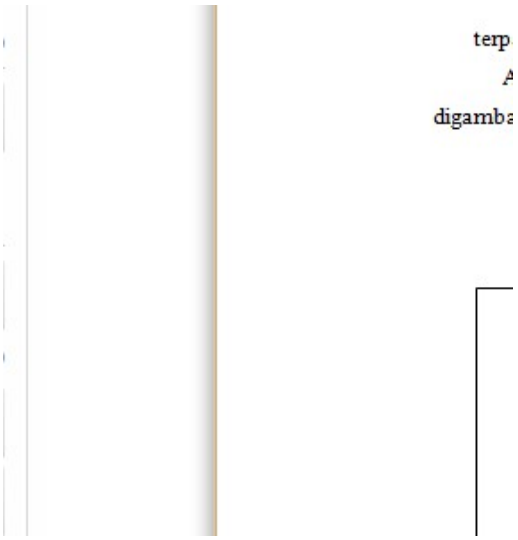
1) *Power supply*. *Power supply* pada perancangan alat ini mengunakan tegangan input sebesar 220 volt AC, kemudian diubah menjadi tegangan searah atau DC 24Volt dengan kemampuan arus 10 Ampere. *Power supply* digunakan untuk sumber tegangan *thermoelectric*, thermostat dan kipas (*fan*). Pada *power supply* ini menggunakan fuse sebagai pengaman jika terjadi *short*.
2) Thermostat. Thermostat perancangan alat pada penelitian ini menggunakan thermostat tipe elden (ETR202NC). Thermostat tersebut digunakan untuk memutus dan menghubungkan arus ketika suhu *heatsink* sesuai dengan yang diinginkan. Pada Thermostat ini tidak terdapat NO maka terlebih dahulu dibuat rangkaian *Relay*bantu dengan tegangan 220 volt AC yang dihubungkan dari keluaran NC Thermostat.
3) *Thermoelectric*. Termoelektric merupakan perangkat/alat yang mampu mengubah energi listrik menjadi suatu gradient temperatur.Perubahan temperatur tersebut dikenal dengan efek *Peltier*. Panas akan diserap pada satu permukaan sedangkan pada permukaan lainnya panas akan dibuang, jika sumber arus dibalik maka permukaan yang panas akan jadi dingin dan permukaan yang dingin akan menjadi panas, gejala inilah yang disebut efek *peltier*.Modul termoelektrik ini terusun dari beberapa pasang sambungan semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang dihubungkan secara seri seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram blok *thermoelectric*

4) Kipas (Fan). Pada penelitian ini peneliti menggunakan fan tipe *Exhaust fan* (DKM 4) dengan tegangan input 220 Vac. Fan ini berfungsi untuk menyebarkan udara dingin pada *control station*mesin, sehingga siklus pergantian suhu udara dapat berjalan dengan cepat.
5) *Heatsink*. Pada penelitian ini *heatsink* (logam yang terbuat dari aluminium) digunakan untuk mendinginkan *thermoelectric*, sehingga tidak terjadi over heat pada thermoelektrik untuk menghindari terjadinya kerusakan.
6) Thermometer. Thermometer adalah alat ukur suhu yang digunakan untuk memantau suhu aktual pada *control station*, sehingga suhu ruang pada *control station*dapat terpantau secara cepat dan akurat.

Adapun sistem kerja *thermoelectric peltier* pada penelitian ini dapat digambarkan seperti *flowchart* di bawah ini:

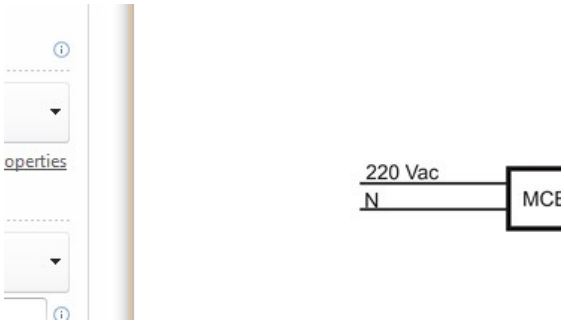


Gambar 4.*Flowchart* sistem kerja *thermoelectric*

Sistem kerja *thermoelectric peltier* sebagaimana pada Gambar 4 (*flowchart*) dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Ketika sumber tegangan dihubungkan (melalui MCB) dengan sitem kontrol *thermoelectric peltier*, maka sistem kontrol akan bekerja. Pertama kali sistem kontrol *thermoelectric peltier* melalui thermostat akan membaca kondisi udara yang ada di dalam *control station*Mesin Injection Stork 450 ton.
2) Jika suhu udara pada *control station* mesin lebih besar dari suhu seting thermostat (lebih panas dari seting thermostat), maka kontak thermostat akan terbuka. Dalam kondisi ini, akan mengakibatkan *relay* bantu yang digunakan untuk menghidupkan *thermoelectric peltier* akan *off*. Dengan *off* nya *relay*bantu, maka NC *Relay* bantu akan kembali tertutup sehingga *thermoelectric peltier* dan fan pun bekerja (on).
3) Dengan bekerjanya *thermoelectric* dan fan maka suhu pada ruang *control station*akan didinginkan hingga suhu ruang kembali seperti yang diinginkan (sesuai data seting).
4) Jika suhu udara pada *control station* mesin kurang dari suhu seting thermostat (lebih dingin dari seting thermostat), maka kontak thermostat akan kembali tertutup, hal ini akan mengakibatkan *relay* bantu on. Dengan hidupnya *relay*bantu, maka NC *Relay* bantu akan terbuka sehingga akan mematikan *thermoelectric peltier* dan fan.
5) Sistem kontrol *thermoelectric peltier* akan bekerja berulang-ulang seperti tersebut di atas.

b. Perancangan *Wiring diagram* Alat



Gambar 5.*wiring diagramthermoelectric*

Perancangan *wiring diagram* alat dilakukan dengan mengacu pada perancangan sistem kerja *thermoelectric peltier* dengan mengikuti blok diagram alat dan *flowchart*/algoritma yang sudah ditentukan. Sistem kendali electrik pada *thermoelectric peltier* secara detailnya ditunjukkan seperti Gambar 5.

2. Pembuatan *Thermoelectric*

   Pada bagian ini penulis merealisasikan rancangan sistem kontrol *thermoelectric peltier* sesuai dengan blok diagram dan *flowchart* yang sudah dijelaskan di atas. Agar pembuatan alat sesuai dengan yang diharapkan, penulis membuat alat dengan mengacu pada algoritma yang sudah ditetapkan.Alat dan bahan yang dibutuhkan dipasang pada *box* panel *thermoelectric* yang dirancang sesuai dengan kondisi *control station.* Mesin Injection Stork 450 ton. Setelah alat dan bahan di pasang (ditempatkan) langkah berikutnya adalah memasang kabel (*wiring*) sesuai dengan *wiring diagram* pada Gambar 6.

   Langkah-langkah pembuatan alat adalah sebagai berikut. Pertama ukur dimensi panjang dan lebar *thermoelectric* dengan menggunakan *caliper* (alat ukur). Kemudian ukur *heatsink* dan *coolsink* sesuai dengan ukuran *thermoelectric*, susun berurutan dengan posisi *heatsink* berada di bawah, kemudian *thermoelectric* dan *coolsink* berada pada posisi di atas. Lubangi ke empat sisi siku-sikunya dengan menggunakan bor dan pasang. Selanjutnya siapkan *exhaust fan* dan ukur sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Pasang *exhaust fan* pada sisi bawah *heatsink*.Pasang keempat komponen tersebut pada *box thermoelectric peltier*. Lalu pasang MCB, *relay* bantu, thermostat eldon dan *power supply* kemudian rangkai semua komponen sesuai dengan gambar *wiring diagram* yang sudah dibuat sebelumnya.Langkah terakhir adalah menguji coba kinerja alat yang sudah dibuat.

3. Pengujian Alat sebelum Pemasangan pada *Control station*

   Pengujian alat sebelum pemasangan pada *control station* bertujuan untuk memastikan apakah alat yang dibuat sudah bekerja sesuai dengan desain perancangan alat atau belum. Pengujian alat dilakukan dengan menguji keadaan alat sebelum dihubungkan dengan sumber tegangan AC dan sesudah dihubungkan pada sumber AC. Secara lengkap langkah-langkah dan data pengujian alat pada tahap ini akan dibahas pada bab berikutnya.

4. Pemasangan *Thermoelectric* Pada *Control station*

   Alat yang sudah dibuat dan diuji coba kemudian dipasang pada *control station.* Mesin Injection Stork 450 ton. Pemasangan alat dilakukan dalam keadaan Mesin Injection Stork *off*, hal ini untuk menghindari terjadinya error atau short pada sistem kontrol mesin. Setelah alat terpasang, selanjutnya menghubungkan power thermoelectrik *peltier* ke panel kontrol mesin, pemasangan dilakukan dengan langkah/prosedur yang benar sesuai dengan SOP di PT. Dynaplast. Sebelum mesin dihidupkan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran untuk memastikan tidak terjadinya short circuit. Setelah alat terpasang pada mesin baik mekanik dan elektriknya, langkah terakhir adalah pengambilan data pengukuran kinerja *thermoelectric peltier*.

5. Melakukan Pengujian Kinerja Alat

   Pengujian kinerja alat diperlukan untuk menguji kemampuan dan kerja alat.Dalam hal ini apakah alat sudah bekerja sesuai dengan rancangan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data sebelum dan sesudah mesin dipasang *thermoelectric*, kemudian dianalisa bagaimana alat tersebut berfungsi dengan baik atau tidak. Sebagai tolak ukur penelitian ini adalah pemanfaatan *thermoelectric* pada *control station of injectivisor* mesin stork 450 ton di PT Dynaplast Cileungsi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengecekan alat sebelum dipasang pada *control station*

Pengecekan pada tahap ini meliputi pengecekan alat ketika power *off*, pengecekan alat ketika power on dan pengujian kemampuan alat dalam mendinginkan suhu. Pengecekan alat dimaksudkan untuk memastikan apakah alat ok atau belum. Pengecekan pada tahap ini bertujuan untuk mendapatkan data performa alat.

a. Pengecekan Alat Ketika Power *Off*

Pada tahapan ini alat diuji dalam keadaan alat tidak terhubung dengan sumber arus/tegangan. Pengecekan-pengecekan yang dilakukan antara lain:

1) Pengujian pemasangan alat. Secara mekanik alat sudah terpasang dengan kuat (tidak ada yang kendor), secara elektrik alat sudah terhubung dalam pengawatan yang benar sesuai dengan *wiring diagram*.
2) Pengujian *short circuit*. Pengecekan ini dilakukan dengan menggunakan Ohm meter untuk memastikan tidak terjadi short circuit ketika alat dihubungkan dengan sumber AC.
3) Apakah kontak pada thermostart dan *relay* terhubung atau tidak (NO atau NC sesuai dengan kondisi normalnya)?
   Pengecekan ini dilakukan dengan menggunakan Ohm meter yang dihubungkan dengan kontak thermostat dan *relay*. Pada kondisi normal, kontak thermostat harus dalam keadaan NO dan kontak *relay* juga dalam keadaan NO.

b. Pengecekan Alat Ketika Power On

Tahapan ini dilakukan setelah tahapan pengujian alat pada saat power *off* dipastikan sudah sesuai dengan perancangan. Pengecekan pada tahap ini dilakukan ketika alat sudah dihubungkan dengan sumber tegangan antara lain:

1) Pengujian *Power supply*. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan input *power supply* yaitu 220 Vac, yang akan menghasilkan otput 24 Vdc. Apakah tegangan tersebut sudah sesuai dengan pengukuran yang dilakukan.
2) Pengujian kontak thermostat. Pengujian dilakukan dengan mengamati dan mengukur output kontak thermostat ketika suhu thermostat berubah di antara suhu seting dan suhu aktual. Kontak thermostat akan terhubung jika suhu suhu aktual lebih besar (panas) dari suhu seting thermostat dan sebaliknya.
3) Pengujian kontak *relay*. Pengujian dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran pada kontak NO *relay*. Ketika coil *relay* terhubung dengan sumber tegangan 220Vac, maka kontak NO *relay*akan berubah menjadi NC.
4) Pengujian fan. Pengujian dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran, apakah fan dapat berputar dengan baik ketika coil fan terhubung dengan sumber tegangan 220 Vac.
5) Pengujian *thermoelectric*. Pengujian dilakukan dengan pengukuran kinerja thermoelectrik *peltier*. Pada tahapan ini thermoelectrik diuji coba apakah dapat berfungsi dengan baik dalam mendinginkan suhu atau belum.Adapun pengujian dilakukan dengan pengamatan perubahan suhu ketika thermoelectrik terhubung dengan sumber arus menggunakan alat thermometer.

Pengujian alat setelah dipasang pada *control station*

Pengujian pada tahap ini meliputi pengambilan data suhu *control station*sebelum dipasang alat dan pengambilan data suhu *control station*setelah dipasang alat (pengujian kemampuan alat dalam mendinginkan suhu *control station*). Pengujian bertujuan untuk mendapatkan data efektifitas alat sebagai pendingin control stasion. Dalam proses pengujian alat tentunya ada tahapan yang harus dilakukan supaya hasil pengujian sesuai tujuan pembuatan alat. Tahapan-tahapan pengujian secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

a) Pengujian performa *thermoelectric peltier* pada *control station*
b) Pengukuran suhu *control station*sebelum dipasang alat
c) Pengukuran suhu *control station*setelah dipasang alat

Tahapan-tahapan pengujian tersebut dapat digambarkan seperti flowchart pada Gambar 6.

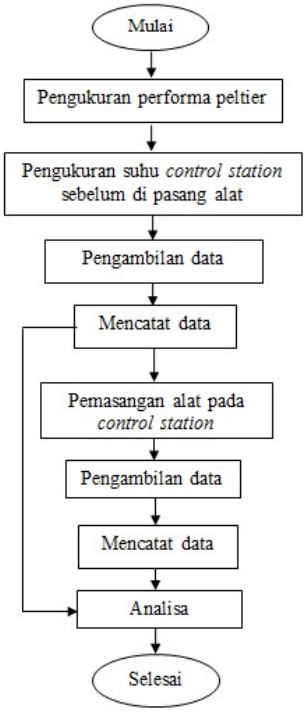
Tahapan-tahapan pengujian pada flowchart di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Pengukuran performa *thermoelectric* pada *control station*, dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang performa termoelectic *peltier*.
b) Pengukuran suhu *control station*sebelum dipasang *thermoelectric*
   Pengukuran suhu dilakukan ketika *control station*belum dipasang *thermoelectric*. Pengukuran dilakukan mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB, kemudian hasil pengukuran dicatat dan dihitung untuk mendapatkan hasil rata-rata suhu ruang *control station*.

c) Pemasangan *thermoelectric* pada *control station*
Setelah pengambilan data suhu *control station*ketika belum dipasang *thermoelectric* dilakukan, kemudian *thermoelectric* dipasang pada *control station*untuk menguji kinerja alat.

d) Pengukuran suhu *control station*setelah dipasang *thermoelectric*
Pengukuran suhu dilakukan ketika *control station*sudah dipasang *thermoelectric*. Pengukuran dilakukan mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB seperti ketika *control station*belum dipasang *thermoelectric*, hal ini dilakukan untuk keidentikan suhu lingkungan berdasarkan waktu. Pengukuran dilakukan dalam waktu satu pekan untuk mendapatkan hasil yang maksimal, kemudian hasil pengukuran dicatat dan dihitung untuk mendapatkan hasil rata-rata suhu ruang *control station*.

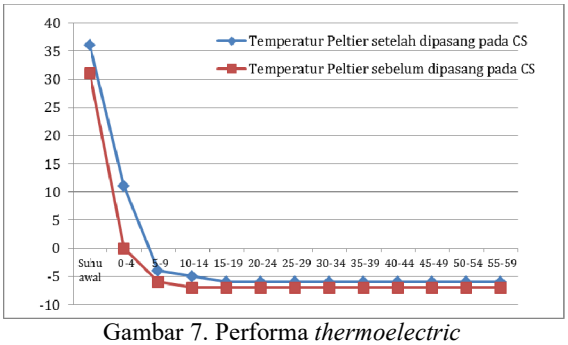
e) Analisa
Selanjutnya hasil pengukuran yang telah didapat kemudian dianalisa, apakah alat yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan yang diinginkan atau belum.



Gambar 6. Pengujian alat pada *control station*

a. Pengukuran performa *thermoelectric*

Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang performa termoelectic *peltier*. Hasil pengujian performa thermoelektrik secara lengkap ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Performa *thermoelectric*

b. Pengukuran Suhu *Control station*Sebelum Dipasang *Thermoelectric*

Pengukuran suhu sebelum menggunakan alat pendingin dengan thermometer digital menunjukkan hasiltemperatur yang rata-ratanya dapat dicari dengan persamaan (1).

$$\mathbf{t}^{-} = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{ti}{n} \right) \quad (1)$$

Dimana: $\mathbf{t}^{-}$= temperatur rata-rata

i = indek urutan pengukuran.

n = banyaknya data.

ti = temperatur hasil pengukuran

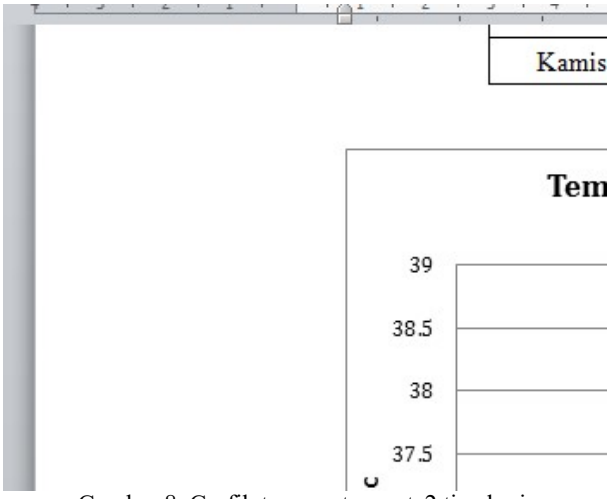
Berdasarkan persamaan (1) didapatkan hasil temperatur rata-rata *control station*sebelum dipasang *thermoelectric peltier* yaitu sebesar 52,7 ℃, yang didapat dari rata-rata hasil pengukuran selama tujuh hari.

c. Pengukuran Suhu *Control station*Setelah Dipasang *Thermoelectric*

Pemasangan *Thermoelectric* dilakukan pada tempat yang disesuaikan. *Power supply* sebagai energi dan *thermoelectric* sebagai penghasil dingin dipasang pada tempatnya masing–masing dengan sangat hati–hati, jika pemasangan *thermoelectric* terbalik maka akan rusak, kabel untuk positip dengan warna merah dan negatip dengan warna hitam. *Exhaust fan* dibaut pada casing pendingin sisi panas *peltier*, kemudian dipasang di bawah *box* control mesin. Temperatur rata-rata dari *thermoelectric* setiap harinya disajikan di Tabel 2.

Tabel 2.Tabel hasil temperatur rata-rata (t) tiap hari

Hari	Temperatur rata-rata (t) (ºC)
Jumat	36.3
Sabtu	36.6
Minggu	36.6
Senin	37.2
Selasa	37.5
Rabu	38.4
Kamis	37.9



Gambar 8. Grafik temperature rata2 tiap hari

Grafik 8 menggambarkan perhitungan pengukuran temperatur rata-rata *control station*tiap hari. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa temperatur rata-rata pengukuran dengan thermoelektrik dalam tujuh hari berturut-turut yaitu pada hari Jum'at sebesar 36,3^{o}C, hari Sabtu sebesar 36,6^{o}C,hari Minggu sebesar 36,6^{o}C,hari Senin sebesar 37,2^{o}C,hari Selasa sebesar 37,5^{o}C,hari Rabu sebesar 38,4^{o}C, danhari Kamis sebesar 37,9^{o}C.Sedangkan temperatur rata-rata (t) dalam tujuh hari dari hari Jumat sampai hari Kamis berdasarkan persamaan (1) yaitu sebesar 37,2°C.

Perbandingan temperatur*control station*dari hasil pengamatan dan perhitungan sebelum dan sesudah pemasangan *Thermoelectric*ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan temperature

Sebelum dipasang *Thermoelectric*(ºC)	**Sesudah dipasang *Thermoelectric*(ºC)**	**Penurunan Temperatur (ºC)**
52,7	37,2	15,5

Berdasarkan hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa temperatur *control station*sebelum dipasang *thermoelectric peltier* adalah sebesar 52,7^{o}C, dan temperatur *control station*setelah dipasang *thermoelectric peltier* adalah sebesar 37,2^{o}C yang didapat dari pengukuran rata-rata selama tujuh hari. Dari hasil tersebut dapat diketahui terjadi penurunan signifikan dari kondisi sebelum dipasang dan sesudah dipasang *thermoelectric peltier*sebesar 15,5^{o}C. Dengan tegangan 23,5Volt DC dan kuat arus yang di butuhkan 3 ampere, dengan nilai setingan pada *thermostat* 34˚C. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *thermoelectric peltier* cukup efisien untuk menurunkan temperatur *control station*.

Gambar 9. Perbandingan temperature *control station*sebelum & sesudah dipasang thermoelektrik

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada sistem pendingin *peltier* ini kinerja sisi dingin dipengaruhi secara langsung oleh sisi panas *peltier*. Semakin banyak panas yang dapat dilepaskan disisi panas maka semakin efisien kinerja *peltier* tersebut dalam mendinginkan suatu ruangan.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan temperatur 15,5˚C adalah 12,24 menit.
3. Hasil setelah dipasang *thermoelectric* diperoleh penurunan suhu dalam ruang kontrol sebesar 15,5˚C.
4. Daya yang dibutuhkan *thermoelectric* 34,5 watt.
5. *Power supply* yang digunakan *thermoelectric* adalah *power supply* switching dengan tegangan yang dapat diubah-ubah maximal 24 volt, 8,5 A.

Saran

Pemanfaatan *thermoelectric* sebagai pendingin elektrikpada kontrol mesin injection molding masih terdapat kekurangan, maka perlu diberikan pengembangan sebagai berikut:

1. Menambah PLC agar dapat mengatur temperatur secara otomatis.
2. Jika menginginkan suhu ruang yang lebih dingin, *thermoelectric* dapat ditambahkan dengan pemasangan secara pararel atau diganti dengan daya *thermoelectric* yang lebih besar.
3. Jika pada sisi *heatsink* dipasang menggunakan *exhaust fan* yang lebih besar, maka pendinginannya akan lebih cepat.
4. Pendinginan pada sisi *heatsink* dapat mengunakan media air dengan cara*heatsink* dilubangi pada sisi - sisinya.

DAFTAR PUSTAKA

Malvino, Albert Paul, Prinsip-prinsip Elektronik, Edisipertama, PT Salemba Teknika, Jakarta, 2003.

Manual Book mesin Toshiba 170 G

Manual Book mesin Toshiba 130 GN

Manual Book mesin Stork 450 ton

Pengukuran dan Alat-alat ukur Listrik, Pradnya Paramita Pustaka Teknologi dan Informasai.

Putra Prasetio, Agus. Kajian Eksperimental Perpindahan panas Konveksi pada *Heatsink* dengan system Cascada Thermoelektric tec 1207.

Setevanusrio, setiawan, Alat pendingin penghangat mengunakan elemen *Peltier*skripsi, 2012.

Widodo, Bayu. Tugas akhir membuat Kulkas kecil Portable mengunakan pendingin Thermoelektric, 2011.