

ANALISA PEMILIHAN MOSFET PADA *FULL H-BRIDGE DRIVER* UNTUK BEBAN THERMOELECTRIC COOLER (TEC)

Oleh: Vinda Setya Kartika¹, Nanang Warihandoko², Muhammad Arya Surya Saputra³

^{1,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

² PT. Promanufacture Indonesia

E-mail: vinda.setyakartika@gmail.com¹, nanang.warih@gmail.com²

Abstrak

Mosfet merupakan bagian perangkat penting dalam desain rangkaian full h-bridge untuk beban arus dan tegangan besar, sehingga pemilihan tipe mosfet berdasarkan parameter yang ada pada mosfet itu sangat harus diperhatikan untuk mendapatkan desain rangkain dengan performa maksimal. Sebuah mosfet memiliki rangkain pengganti didalam yang bisa mempengaruhi performa dari mosfet itu sendiri. Dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua N-Channel mosfet untuk dipilih sebagai driver dari beban thermoelectric cooler sebesar 380W didapatkan bahwa tipe mosfet IPP052N08N5 memiliki performa yang lebih baik dibanding tipe IRFB52N15 secara temperature case tidak panas jika bekerja tanpa heatsink yaitu sebesar 36^oC dibanding suhu IRFB52N15 bisa mencapai 60^oC, suhu ini merupakan suhu terpanas dalam pengetesan yaitu ketika PWM duty cycle 99%, saat PWM duty cycle diturunkan maka suhu mosfet juga akan turun.

Kata Kunci : *mosfet N-channel, full h-bridge, temperature case, PWM duty, thermoelectric cooler.*

Abstract

The mosfet is an important device in the design of a full H-bridge circuit for large current and vottage loads, so selecting the mosfet type based on the parameters of the mosfet must be considered to obtain a circuit design with maximum performance. A mosfet has a replacement circuit inside which can affect the performance of the mosfet itself. In this study, the aim was to compare two N-Channel MOSFETs to be selected as drivers for a thermoelectric cooler load of 380W. It was found that the IPP052N08N5 MOSFET type had better performance than the IRFB52N15 type in that the case temperature was not hot when working without a heatsink, namely 36OC compared to the IRFB52N15 temperature. reaching 60OC, this temperature is the hottest temperature in the test, namely when the PWM duty cycle is 99%, when the PWM duty cycle is reduced, the MOSFET temperature will also decrease.

Keywords : *mosfet N-channel, full h-bridge, temperature case, PWM duty, thermoelectric cooler.*

1. Pendahuluan

Peltier merupakan salah satu hasil efek yang disebabkan suatu fenomena yang dinamakan efek termoelektrik dimana merupakan perubahan energi listrik menjadi energi kalor atau sebaliknya, penelitian yang berkaitan dengan aplikasi tentang efek termoelektrik peltier dimulai pada 1900 awal sampai sekarang dan dapat menghasilkan efisiensi konversi hanya kurang dari 10%.

Dalam metode kontrol peltier dapat dijalankan secara bolak balik menggunakan tegangan DC sehingga 2 sisi peltier tersebut

dapat bergantian berubah suhu dari dingin ke panas atau sebaliknya, untuk dapat bekerja seperti itu dibutuhkan *driver h-bridge* yang bekerja secara bergantian untuk dapat mengaktifkan fungsi peltier. Ada beberapa komponen yang dapat digunakan untuk membuat sirkuit *h-bridge* salah satunya dengan menggunakan mosfet.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan driver *h-bridge* untuk dapat melakukan kontrol pada beban peltier. Pada rangkaian *h-bridge* ini berisi 4 N-channel mosfet yang akan bekerja bergantian dalam proses kontrolnya. dan kita akan mengamati

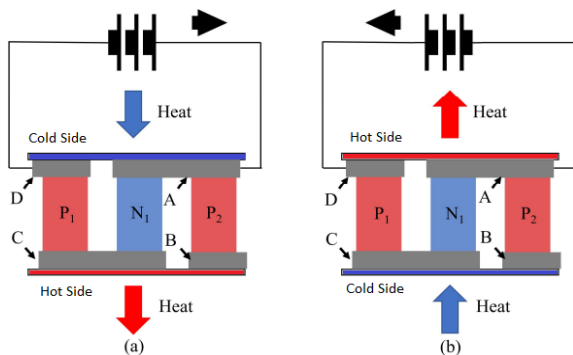
apa efek dari pemilihan mosfet dengan beban peltier yang sama.

Pada penelitian ini bertujuan untuk memilih mosfet pada *h-bridge*, ini sangat penting berkaitan dengan performa dan spesifikasi mosfet itu sendiri yang memiliki nilai parameter berbeda beda, mosfet diharapkan awet karena bekerja untuk beban dengan arus besar dan tegangan besar seperti untuk peltier ini, sehingga diharapkan mosfet tidak terlalu panas dan diharapkan dapat bekerja dalam waktu yang lama.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Peltier

Modul Peltier merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan panas atau menyerap panas dari sisi satu ke sisi lainnya ketika listrik DC dialirkan [1][2]. Gambar 1 menunjukkan struktur dan operasinya dari peltier . Modul Peltier memiliki pelat keramik dengan konduktivitas suhu yang tinggi pada kedua sisinya. Ada susunan plat semikonduktor termoelektrik di antara kedua sisi peltier tersebut [1][28]. Semikonduktor penyusunnya bertipe P dan tipe N, dan dihubungkan secara seri dengan plat tembaga. Dan plat pertama dan terakhir dihubungkan ke kabel untuk catu daya DC.



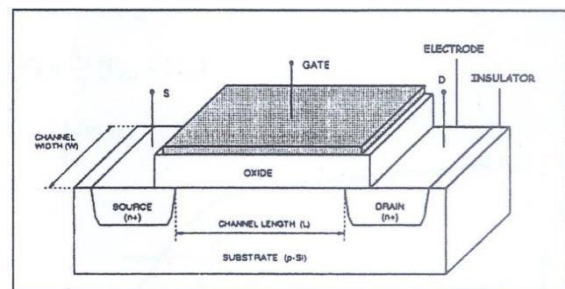
Gambar 1. Struktur dan cara kerja peltier. (a) arah aliran arus searah jarum jam, (b) arah aliran arus berlawanan arah jarum jam.

2.2. N-Channel Mosfet

Mosfet merupakan salah satu komponen elektronika yang sering digunakan dalam proses switching pada beban arus dan

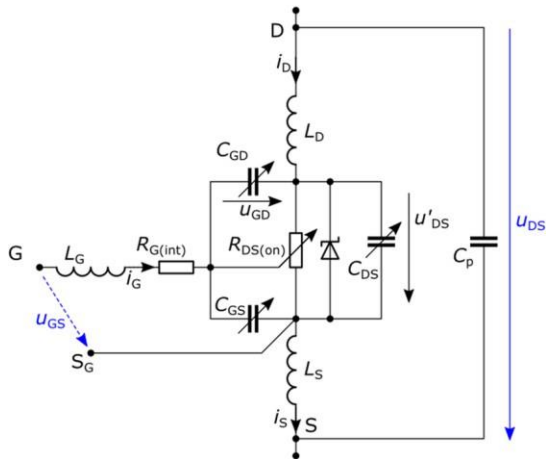
tegangan yang besar, oleh karena itu dalam penelitian ini akan membandingkan performa mosfet dari spesifikasi nya untuk dapat mengendalikan beban peltier.

Struktur transistor NMOS terdiri atas substrat tipe-p dengan daerah source dan drain diberi difusi n+ . Diantara daerah source dan drain terdapat suatu daerah sempit dari substrat p yang disebut channel yang ditutupi oleh lapisan tang penghantar (*isolator*) yang terbuat dari SiO2. Panjang channel disebut *Length* (L) dan lebarnya disebut *Width* (W). Gerbang (*gate*) terbuat dari polisilikon dan ditutup oleh penyekat yang diendapkan. Struktur transistor NMOS terdiri atas substrat tipe-p dan tipe-n. kedua parameter ini sangat penting untuk mengontrol MOSFET. Parameter yang tidak kalah penting adalah ketebalan lapisan oksida yang menutupi daerah channel (*tox*). Di atas lapisan insulating tersebut di depositkan *polycrystalline silicon (polysilicone) electrode*, yang disebut dengan gerbang (*gate*). struktur fisik MOSFET tipe enhancement ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Struktur fisik N-MOSFET tipe Enhancement

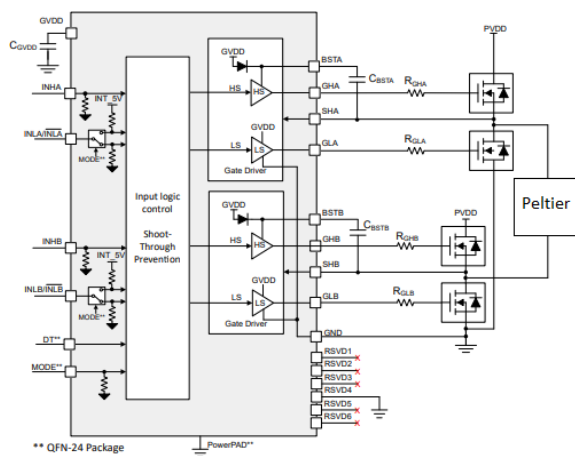
Dari struktur pembentuknya mosfet menghasilkan suatu *circuit equivalent* yang akan menentukan parameter, spesifikasi dan bagaimana mosfet bekerja nantinya, rangkaian ini ditunjukkan dalam gambar 3.



Gambar 3. *Circuit equivalent* mosfet

2.3. H-Bridge Driver

Driver *h-bridge* N-Mosfet merupakan modifikasi dari rangkaian *h-bridge*, dengan menggunakan Mosfet sebagai pengganti saklar. Fungsi dari driver *h-bridge* mosfet adalah sebagai driver peltier, dengan driver ini dapat mengubah sisi suhu yang panas ataupun yang dingin dari peltier, untuk merancang N channel mosfet *h bridge* driver dibutuhkan komponen gate driver yang sudah terdapat kontroler untuk kapasitor *bootstrap* di sisi mosfet *high side*-nya, seperti ditunjukkan pada gambar 4.

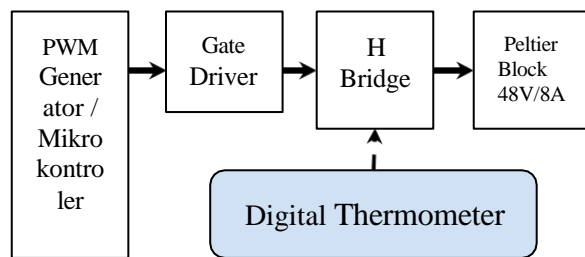


Gambar 4. Gate Driver H Bridge N-Channel Mosfet

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dalam proses pencarian data outputnya. Data output merupakan hasil dari beberapa experiment yang telah dilakukan

sehingga diharapkan dari beberapa data ini dapat memberikan kemudahan untuk proses analisa, untuk penarikan kesimpulan dihasilkan dari data hasil yang didapat berdasarkan teori yang ada. Metode eksperimental itu sendiri merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan, Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat yang dibuat untuk dapat mengkarakterisasi Mosfet N-Channel dalam mengendalikan peltier modul. Proses kerja dari alat tersebut dapat dilihat pada diagram yang ditunjukkan oleh Gambar 5.

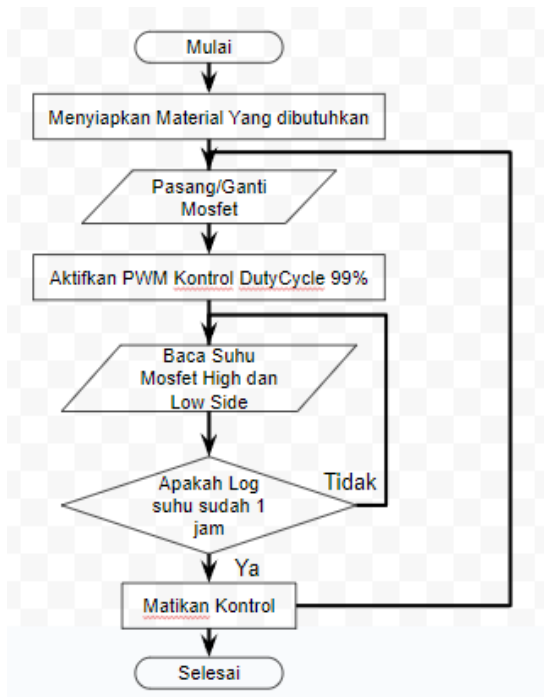


Gambar 5. Blok Diagram Pengetesan Mosfet

Kegunaan semua blok diagram diatas adalah untuk menunjang proses pengambilan data performa mosfet, PWM generator didapatkan dari output mikrokontroler digunakan untuk proses switching mosfet, Gate driver digunakan untuk mengontrol N channel mosfet sebagai full H bridge dan kontrol *bootstrap capacitor*, Peltier block merupakan susunan seri dan paralel dari beberapa peltier sehingga akan tercapai beban output 380 W (48V x 8A) , digital thermometer digunakan untuk membaca suhu pada bodi mosfet tanpa *heatsink* saat proses aktif.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa dua mosfet sehingga output dari penelitian ini akan diketahui atau dipilih satu mosfet yang dapat digunakan dalam kontrol peltier, mosfet yang digunakan adalah tipe N- Channel dari Infineon tipe hexfet IRFB52N15 dan Optimos5 IPP052N08N5.

Gambar 6 menjelaskan flowchart penelitian secara umum, pertama adalah menyiapkan dan merangkai kontrol peltier seperti pada gambar 5, selanjutnya pasang mosfet pada rangkaian full h-bridge aktifkan PWM controller dengan duty cycle 99% pada frekuensi 1 Khz, pasang sensor temperature pada bodi mosfet highside, mosfet lowside dan sensor untuk membaca temperatur ruangan, baca semua sensor temperature dan lakukan log data setiap 5 detik selama 1 jam berjalan, setelah selesai ganti mosfet dan lakukan log data kembali. Percobaan ini dilakukan pada kondisi ideal mosfet yaitu mosfet tanpa heatsink.



Gambar 6. flowchart penelitian secara umum

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian yang dilakukan menghasilkan data berupa beda suhu pada bodi mosfet saat mosfet menerima beban penuh 380W , untuk memudahkan analisa data dari suhu mosfet akan dilakukan pengambilan data setiap 5 detik selama 1 jam dan data akan ditampilkan dalam sebuah grafik beda performa. Pengujian dengan menggunakan mosfet tipe hexfet IRFB52N15, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian mosfet IRFB52N15 PWM 99%

No	T_H	T_L	T_RT
1	26.6	26.9	25.8
2	26.6	26.9	25.9
3	26.6	27	25.9
4	26.6	27	25.9
5	26.6	27	25.9
6	26.6	27	25.9
7	26.6	26.9	25.7
8	27.5	27.1	25.6
9	27.7	27.8	25.5
10	27.7	27.9	25.5
11	27.7	27.8	25.5
12	27.6	27.7	25.4
13	27.6	27.6	25.4
14	27.5	27.5	25.4
15	28.4	27.7	25.5
16	29.1	28.5	25.6
17	30.4	29	25.7
18	31	30.1	25.6
19	32.1	30.9	25.5
20	32.6	31.3	25.4
21	33.6	32	25.4
22	34	32.4	25.4
23	34.9	33	25.4
24	35.8	33.3	25.5
25	36.2	33.9	25.5
26	37	34.2	25.5
27	37.4	34.7	25.6
28	38.2	35.1	25.5
29	38.4	35.4	25.4
30	39.1	35.8	25.5
31	39.7	36	25.6
32	40.3	36.4	25.6
33	40.7	36.5	25.6
34	41	36.9	25.6
35	41.5	37.2	25.6
36	41.8	37.3	25.7
37	42.3	37.7	25.7
38	42.5	37.9	25.6
39	42.9	38.1	25.7
40	43.3	38.2	25.6

No	T_H	T_L	T_RT
41	43.5	38.4	25.8
42	44	38.5	25.8
43	44.1	38.8	25.9
44	44.6	39	25.8
45	44.8	39.1	25.7
46	45.3	39.3	25.8
47	45.5	39.4	25.8
48	45.9	39.4	25.9
49	46.1	39.6	25.9
50	46.4	39.7	25.9
51	46.7	39.9	26
52	46.7	40	26
53	47	40.1	26
54	47	40.1	26
55	47.6	40.2	26
56	47.5	40.2	26
57	47.7	40.4	26.1
58	48	40.5	26.1
59	47.9	40.6	26
60	48.3	40.6	26
61	48.3	40.7	26
62	48.4	40.8	26.1
63	48.6	40.9	26
64	48.8	40.9	26.1
65	49.1	40.9	26.1
66	49	40.9	26.1
67	49.8	41.7	26.2
68	49.9	41.8	26.1
69	50.1	42.1	26.2
70	50.2	42.1	26.1
71	50.3	42.5	26.1
72	50.7	42.8	26.2
73	51	43.2	26.1
74	51.1	43.3	26.1
75	51.2	43.5	26.1
76	51.4	43.8	26.2
77	51.6	43.9	26.1
78	51.7	44.1	26.1
79	51.8	44.2	26
80	51.8	44.3	26
81	52.2	44.4	26
82	52.5	44.6	26

No	T_H	T_L	T_RT
83	52.6	44.8	26
84	52.8	44.9	26.1
85	53	45.2	26.1
86	53.1	45.2	26.1
87	53.1	45.5	26.1
88	53.4	45.6	26
89	53.4	45.7	26.2
90	53.7	45.8	26.1
91	53.6	45.9	26.3
92	53.9	45.9	26.2
93	53.8	46	26.1
94	54.2	46.2	26.1
95	54.1	46.2	26
96	54.2	46.4	26.1
97	54.3	46.5	26.1
98	54.4	46.7	26.1
99	54.5	46.7	26.1

Tabel 1 di atas menampilkan sebagian dari log data selama 1 jam dengan PWM *duty cycle* 99%, dari hasil sistem berjalan 1 jam suhu high side mosfet akan stabil di 60 derajat celcius dan suhu low side mosfet akan stabil pada suhu 44 derajat celcius pengukuran dilakukan pada suhu ruang 25 derajat celcius, data lengkap akan ditampilkan pada gambar 7 dalam bentuk grafik respon suhu mosfet terhadap waktu. Pengujian selanjutnya menampilkan dengan menggunakan mosfet tipe Optimos5 IPP052N08N5 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian mosfet IPP052N08N5 PWM 99%

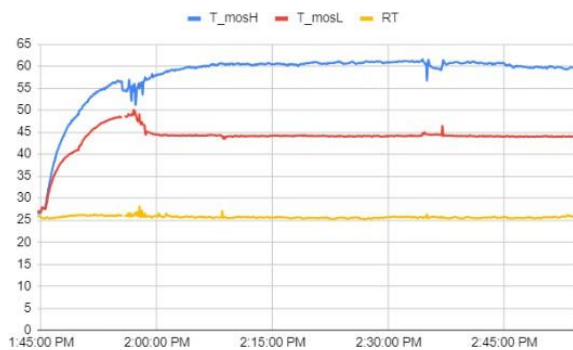
No	T_H	T_L	T_RT
1	28.7	28.5	25.3
2	28.8	28.6	25.4
3	29	28.7	25.4
4	29	28.8	25.4
5	29.2	29	25.4
6	29.2	29.1	25.4
7	29.4	29.2	25.4
8	29.5	29.3	25.4
9	29.6	29.4	25.3
10	29.7	29.4	25.3

No	T_H	T_L	T_RT
11	29.7	29.6	25.3
12	29.9	29.7	25.3
13	30.1	29.7	25.3
14	30.2	29.8	25.3
15	30.4	29.9	25.3
16	30.4	30.1	25.4
17	30.5	30.2	25.3
18	30.6	30.2	25.4
19	30.7	30.3	25.5
20	30.8	30.4	25.4
21	30.9	30.5	25.5
22	31	30.5	25.5
23	31.3	30.4	25.4
24	31.4	30.5	25.4
25	31.5	30.6	25.3
26	31.6	30.6	25.3
27	31.7	30.7	25.3
28	31.8	30.8	25.3
29	31.9	30.8	25.4
30	32	30.9	25.5
31	32.1	30.9	25.5
32	32.1	31	25.5
33	32.3	31	25.5
34	32.3	31.1	25.5
35	32.4	31.1	25.4
36	32.5	31.2	25.5
37	32.6	31.2	25.6
38	32.7	31.3	25.7
39	32.8	31.3	25.6
40	32.8	31.3	25.7
41	32.8	31.4	25.6
42	32.9	31.4	25.7
43	33	31.5	25.8
44	33.1	31.5	25.8
45	33.1	31.5	25.7
46	33.2	31.6	25.7
47	33.2	31.6	25.7
48	33.3	31.6	25.7
49	33.4	31.7	25.8
50	33.4	31.7	25.8
51	33.5	31.8	25.8
52	33.6	31.8	25.9

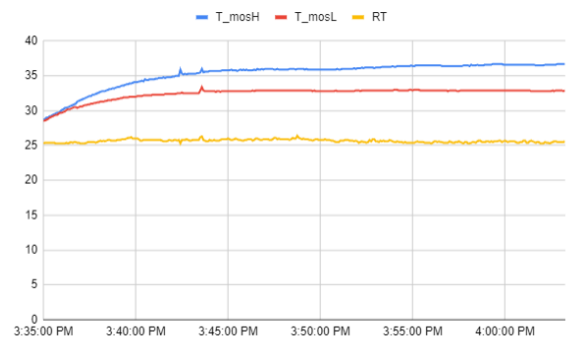
No	T_H	T_L	T_RT
53	33.6	31.9	25.9
54	33.7	31.9	25.9
55	33.8	31.9	26
56	33.8	31.9	26.1
57	33.9	32	26.1
58	33.9	32	26.2
59	34	32	26
60	34.1	32	26
61	34.1	32	26
62	34.1	32.1	26
63	34.2	32.1	25.9
64	34.2	32.1	25.7
65	34.3	32.1	25.7
66	34.2	32.2	25.8
67	34.5	32.2	25.8
68	34.4	32.2	25.8
69	34.4	32.2	25.8
70	34.5	32.2	25.8
71	34.5	32.2	25.8
72	34.5	32.3	25.8
73	34.5	32.3	25.8
74	34.6	32.3	25.8
75	34.6	32.3	25.8
76	34.7	32.3	25.8
77	34.7	32.3	25.8
78	34.7	32.3	25.7
79	34.8	32.3	25.6
80	34.7	32.4	25.6
81	34.8	32.4	25.6
82	34.8	32.4	25.7
83	34.8	32.4	25.8
84	34.8	32.4	25.7
85	34.9	32.4	25.7
86	34.9	32.4	25.8
87	35	32.4	25.8
88	35	32.5	25.7
89	35	32.5	25.8
90	35.9	32.5	25.3
91	35.3	32.6	25.8
92	35.2	32.5	25.8
93	35.3	32.5	25.8
94	35.2	32.5	25.9

No	T_H	T_L	T_RT
95	35.3	32.5	25.8
96	35.3	32.5	25.7
97	35.3	32.5	25.7
98	35.3	32.5	25.8
99	35.3	32.5	25.8

Tabel 2 diatas menampilkan sebagian dari log data selama 1 jam dengan PWM *duty cycle* 99%, dari hasil sistem berjalan 1 jam suhu high side mosfet akan stabil di 36 derajat celcius dan suhu low side mosfet akan stabil pada suhu 32 derajat celcius pengukuran dilakukan pada suhu ruang 25 derajat celcius, data lengkap akan ditampilkan pada gambar 8 dalam bentuk grafik respon suhu mosfet terhadap waktu.



Gambar 7. Grafik respon suhu mosfet IRFB52N15 PWM 99%



Gambar 8. Grafik respon suhu mosfet IPP052N08N5 PWM 99%

Pengujian selanjutnya dengan menggunakan mosfet tipe hexfet IRFB52N15 dengan PWM 50%, hasil log data suhu ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian mosfet IRFB52N15 PWM 50%

No	T_H	T_L	T_RT
1	33.2	31.3	24.7
2	33.1	31.2	24.8
3	33	31	24.7
4	33	31	24.7
5	32.9	30.8	24.8
6	32.8	30.8	24.8
7	32.8	30.7	24.8
8	32.9	30.7	24.7
9	33.2	30.8	24.9
10	33.9	31.3	24.8
11	34.5	31.4	24.7
12	34.7	31.7	24.7
13	35.2	32	24.7
14	35.4	32.3	24.7
15	36	32.6	24.7
16	36.2	32.7	24.8
17	36.6	33	24.7
18	36.9	33.1	24.7
19	37.3	33.3	24.5
20	37.8	33.4	24.5
21	38	33.6	24.4
22	38.4	33.7	24.4
23	38.5	33.8	24.5
24	38.9	34	24.7
25	39.1	34.1	24.7
26	39.4	34.1	24.7
27	39.7	34.2	24.5
28	39.9	34.4	24.4
29	40.2	34.5	24.4
30	40.3	34.6	24.7
31	40.6	34.7	24.7
32	40.8	34.7	25
33	41	34.8	24.9
34	41.1	34.9	24.8
35	41.3	34.9	24.4
36	41.6	35	24.4
37	41.7	35.1	24.7
38	41.9	35.2	24.8
39	42	35.1	24.8

No	T_H	T_L	T_RT
40	42.2	35.2	24.9
41	42.4	35.2	24.9
42	42.6	35.3	25
43	42.8	35.3	24.9
44	42.9	35.4	25
45	43	35.4	24.9
46	43.2	35.5	24.8
47	43.3	35.5	24.7
48	43.4	35.5	24.8
49	43.6	35.5	24.8
50	43.7	35.6	24.7
51	43.8	35.6	24.8
52	44	35.6	24.7
53	44.1	35.6	24.7
54	44.2	35.7	24.7
55	44.3	35.7	24.8
56	44.5	35.8	24.9
57	44.5	35.9	24.8
58	44.7	35.8	24.8
59	44.9	35.8	24.8
60	45	35.9	24.9
61	45.1	35.9	24.9
62	45.1	36	24.7
63	45.2	36	24.7
64	45.3	36	24.8
65	45.4	36.1	24.9
66	45.5	36	25
67	45.6	36.1	25.1
68	45.7	36.1	25.1
69	45.8	36.2	25.1
70	45.7	36.2	25.1
71	45.8	36.2	25.1
72	45.9	36.2	25
73	46	36.3	25.1
74	46.2	36.4	25.1
75	46.2	36.3	25.1
76	46.1	36.3	25.1
77	46.4	36.3	25.1
78	46.4	36.4	25
79	46.5	36.4	25

No	T_H	T_L	T_RT
80	46.6	36.4	25.2
81	46.7	36.3	25.2
82	46.8	36.4	25.2
83	46.9	36.4	25.2
84	46.9	36.4	25.3
85	47	36.4	25.2
86	47	36.4	25.1
87	46.9	36.3	25.1
88	46.9	36.4	25.2
89	47	36.5	25.2
90	47.1	36.5	25.2
91	47.2	36.5	25.2
92	47.2	36.4	25.2
93	47.3	36.5	25.1
94	47.3	36.5	25.3
95	47.3	36.6	25.2
96	47.4	36.5	25.1
97	47.4	36.5	25.2
98	47.6	36.5	25.2
99	47.7	36.6	25.3

Tabel 3 diatas menampilkan sebagian dari log data selama 1 jam dengan PWM duty cycle 50%, dari hasil sistem berjalan 1 jam suhu high side mosfet akan stabil di 49 derajat celcius dan suhu low side mosfet akan stabil pada suhu 37 derajat celcius pengukuran dilakukan pada suhu ruang 25 derajat celcius, data lengkap akan ditampilkan pada gambar 9 dalam bentuk grafik respon suhu mosfet terhadap waktu. Pengujian selanjutnya dengan menggunakan mosfet tipe Optimos5 IPP052N08N5 dengan PWM 50%, hasil log data suhu ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian mosfet IPP052N08N5 PWM 50%

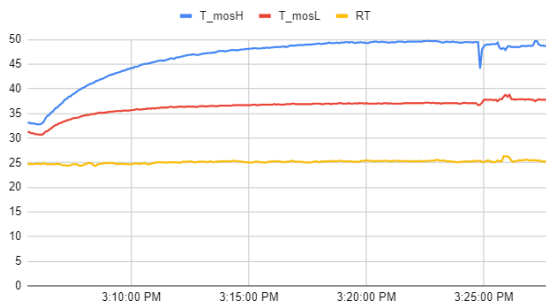
No	T_H	T_L	T_RT
1	25.1	25.1	25.3
2	25.2	25.2	25.4
3	25.3	25.3	25.4
4	25.1	25.1	25.4
5	25.2	25.2	25.4

No	T_H	T_L	T_RT
6	25.3	25.3	25.4
7	25.1	25.1	25.4
8	25.1	25.1	25.4
9	25.1	25.1	25.3
10	25.1	25.1	25.3
11	25.1	25.1	25.3
12	25.2	25.2	25.3
13	26.1	25.7	25.3
14	26.2	25.8	25.3
15	26.4	25.9	25.3
16	26.4	26.1	25.4
17	26.5	26.2	25.3
18	26.6	26.2	25.4
19	26.7	26.3	25.5
20	26.8	26.4	25.4
21	26.9	26.5	25.5
22	27	26.5	25.5
23	27.3	26.4	25.4
24	27.4	26.5	25.4
25	27.5	26.6	25.3
26	27.6	26.6	25.3
27	27.7	26.7	25.3
28	27.8	26.8	25.3
29	27.9	26.8	25.4
30	28	26.9	25.5
31	28.1	26.9	25.5
32	28.1	27	25.5
33	28.3	27	25.5
34	28.3	27.1	25.5
35	28.4	27.1	25.4
36	28.5	27.2	25.5
37	28.6	27.2	25.6
38	28.7	27.3	25.7
39	28.8	27.3	25.6
40	28.8	27.3	25.7
41	28.8	27.4	25.6
42	28.9	27.4	25.7
43	29	27.5	25.8
44	29.1	27.5	25.8
45	29.1	27.5	25.7

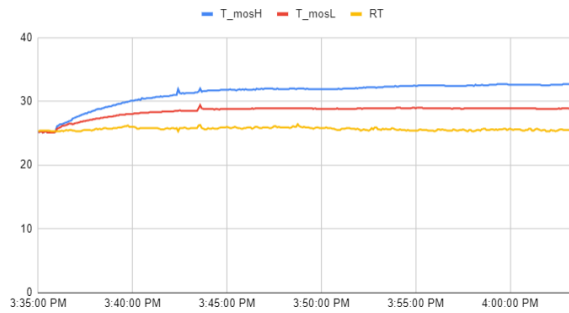
No	T_H	T_L	T_RT
46	29.2	27.6	25.7
47	29.2	27.6	25.7
48	29.3	27.6	25.7
49	29.4	27.7	25.8
50	29.4	27.7	25.8
51	29.5	27.8	25.8
52	29.6	27.8	25.9
53	29.6	27.9	25.9
54	29.7	27.9	25.9
55	29.8	27.9	26
56	29.8	27.9	26.1
57	29.9	28	26.1
58	29.9	28	26.2
59	30	28	26
60	30.1	28	26
61	30.1	28	26
62	30.1	28.1	26
63	30.2	28.1	25.9
64	30.2	28.1	25.7
65	30.3	28.1	25.7
66	30.2	28.2	25.8
67	30.5	28.2	25.8
68	30.4	28.2	25.8
69	30.4	28.2	25.8
70	30.5	28.2	25.8
71	30.5	28.2	25.8
72	30.5	28.3	25.8
73	30.5	28.3	25.8
74	30.6	28.3	25.8
75	30.6	28.3	25.8
76	30.7	28.3	25.8
77	30.7	28.3	25.8
78	30.7	28.3	25.7
79	30.8	28.3	25.6
80	30.7	28.4	25.6
81	30.8	28.4	25.6
82	30.8	28.4	25.7
83	30.8	28.4	25.8
84	30.8	28.4	25.7
85	30.9	28.4	25.7

No	T _H	T _L	T _{RT}
86	30.9	28.4	25.8
87	31	28.4	25.8
88	31	28.5	25.7
89	31	28.5	25.8
90	31.9	28.5	25.3
91	31.3	28.6	25.8
92	31.2	28.5	25.8
93	31.3	28.5	25.8
94	31.2	28.5	25.9
95	31.3	28.5	25.8
96	31.3	28.5	25.7
97	31.3	28.5	25.7
98	31.3	28.5	25.8
99	31.3	28.5	25.8

Tabel 4 diatas menampilkan sebagian dari log data selama 1 jam dengan PWM duty cycle 50%, dari hasil sistem berjalan 1 jam suhu high side mosfet akan stabil di 32 derajat celcius dan suhu low side mosfet akan stabil pada suhu 28 derajat celcius pengukuran dilakukan pada suhu ruang 25 derajat celcius, data lengkap akan ditampilkan pada gambar 10 dalam bentuk grafik respon suhu mosfet terhadap waktu.



Gambar 9. Grafik respon suhu mosfet IRFB52N15 PWM 50%



Gambar 10. Grafik respon suhu mosfet IPP052N08N5 PWM 50%

Hasil grafik respon suhu mosfet diatas sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter atau spesifikasi dari mosfet itu sendiri, karena parameter seperti resistansi dalam mosfet atau perangkat seperti internal diode atau seperti nilai *rise time* ataupun *fall time* dari *gate* input mosfet akan menimbulkan efek panas jika ada arus dan tegangan yang mengalir pada perangkat ini. Dari datasheet kedua mosfet diatas dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini untuk parameternya.

Tabel 5. Mosfet Spesifikasi

No	Parameter	IRFB52N15	IPP052N08N5
1	VDS (V)	150	80
2	RDS_ON (mOhm)	32	5.2
3	ID (A)	51	80
5	VGS (V)	±30	±20
6	Qg (nC)	60	42
7	IS_Diode (A)	60	80
8	Turn-on delay time (nS)	17	16
9	Rise time (nS)	7	47
10	Turn-off delay time (nS)	27	28
11	Fall time (nS)	7	25

5. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dua model mosfet yang dicoba memiliki respon output suhu yang berbeda terhadap input kontrol yang masuk. Output suhu terbesar adalah saat mosfet menerima PWM *duty cycle* 99%, untuk mosfet tipe IRFB52N15 suhu bodi bisa mencapai dan stabil di 60°C pada sisi high side *h-bridge* nya sedangkan untuk tipe mosfet IPP052N08N5 suhu bodi bisa mencapai dan stabil di 36°C, pada saat PWM *duty cycle* diturunkan pada nilai 50% respon suhu juga akan turun tapi mosfet IRFB52N15 masih memiliki suhu lebih tinggi yaitu sebesar 49°C dibandingkan mosfet IPP052N08N5 hanya 36°C, dari hasil ini mosfet tipe IPP052N08N memiliki power disipasi suhu yang bagus jika bekerja tanpa tambahan *heatsink*. Hal ini berkaitan dengan parameter spesifikasi tipe mosfet IPP052N08N memiliki nilai RDS_ON yang lebih kecil daripada mosfet IRFB52N15 karena RDS_ON merupakan Rseri *internal* yang ada saat mosfet aktif pada sisi drain dan source, karena efek resistansi ini yang dilewati arus besar dan tegangan besar akan ada panas yang timbul. Selain itu Qg (total *gate charge*) dari IPP052N08N memiliki nilai yang kecil yaitu sebesar 42 nC daripada IRFB52N15 sebesar 60nC hal ini berkaitan pada *rise time* dan *fall time* yang ada pada mosfet, semakin kecil nilai Qg maka proses *switching* mosfet akan semakin cepat sehingga akan cepat pula mosfet ke mode *cut off* ataupun saturasi begitupun sebaliknya. Sehingga untuk design full H-bridge N-Channel mosfet untuk beban 340W *thermoelectric cooler* dapat dipilih mosfet tipe IPP052N08N5 karena dapat bekerja dengan performa yang optimal meski tanpa *heatsink* dalam jangka waktu yang panjang, jika menggunakan mosfet IRFB52N15 lebih baik ditambahkan *heatsink*.

Daftar Pustaka

Han, S.; Park, J.; Kim, J. Build Plate Heating and Cooling Technique Using Peltier

Element for Fused Filament Fabrication. *Electronics* **2023**, *12*, 1918.

<https://doi.org/10.3390/electronics12081918>

Min, G.; Rowe, D. Improved model for calculating the coefficient of performance of a Peltier module. *Energy Convers. Manag.* **2000**, *41*, 163–171.

Kudva, N.; Veerasha, R. A review on thermoelectric (peltier) module. *Int. J. Progress. Res. Sci. Eng.* **2020**, *1*, 212–216.

Julio Cesar Pacher Vega; Jorge Esteban Rodas Benitez; Raul Igmarr Gregor Recalde; Marco Rivera; Alfredo Renault Lopez & Leonardo David Comparatore Franco, Efficiency analysis of a modular H-bridge based on SiC MOSFET, *International Journal of Electronics Letters*, **2019**, *7:1*, 59-67, DOI: 10.1080/21681724.2018.1426111

ALAM, M Kevin Rambang et al. Design of Cooling and Heating Tool Using Thermoelectric Peltier Based On Arduino Uno. *ELKHA : Jurnal Teknik Elektro*, [S.l.], p. 41-47, apr. **2021**. ISSN 2580-6807.

Prasetyo, Y. E., & Rohman, F. (2018). Analisis Perbandingan kinerja H-bridge driver Menggunakan Igbt Dan Mosfet Pada Sistem Kemudi steer by wire. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, *3(1)*, 73-80. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v3i1.169

Safari, S., Castellazzi, A., & Wheeler, P. (2014). Experimental and analytical performance evaluation of SiC power devices in the matrix converter. *IEEE Transactions on Power Electronics*,

- 29(5), 2584–2596.
doi:10.1109/TPEL.2013.2289746
- Tanabe, H., Kojima, T., Imakiire, A., Fuji, K., Kozako, M., & Hikita, M. (2015, June 9–12). Comparison performance of Si-IGBT and SiC-MOSFET used for high efficiency inverter of contactless power transfer system. In Proceedings of the IEEE 11th international conference on power electronics and drive systems, Sydney (pp. 707–710). IEEE Power Electronics Society. doi:10.1109/PEDS.2015.7203536
- McDonald, Tim; Ambrus, John. Evaluation of Power MOSFET Thermal Solutions for Desktop and Mobile Processor Power, *PCIM China*, March 2002.
- Pang, Du-Yeol et al. “Temperature Control using Peltier Element by PWM Method.” (2005).
- Peter B. Green. 2022. Designing with power MOSFETs How to avoid common issues and failure modes. Published by Infineon Technologies AG 81726 Munich, Germany. Edition 2022-02-10
- Infineon. 2023. Power MOSFET basics. Published by Infineon Technologies AG 81726 Munich, Germany. Edition 2023-01-12.
- Infineon. 2017. Dynamic thermal behavior of MOSFETs Simulation and calculation of high power pulses. Published by Infineon Technologies AG 81726 Munich, Germany. Edition 2017-12-19
- Infineon. 2007. Estimate Die-Junction Temp in Power ICs. EE Times Asia, November 16-30, 2007.
- Onsemi. 2022. APPLICATION NOTE : MOSFET Basic AN-9010/D. Semiconductor Components Industries, LLC, 2000. August, 2022.
- Dave Salerno. 2001. Closed-Loop Temperature Regulation Using the UC3638 H-Bridge Motor Controller and a Thermoelectric Cooler. Application Report SLUA202A - September 2001. Texas Instrument.
- Jamie Dunn. 2003. Determining MOSFET Driver Needs for Motor Drive Applications. Microchip Technology Inc.
- Toshiba. 2023. Power MOSFET Electrical Characteristics Application Note. Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation.