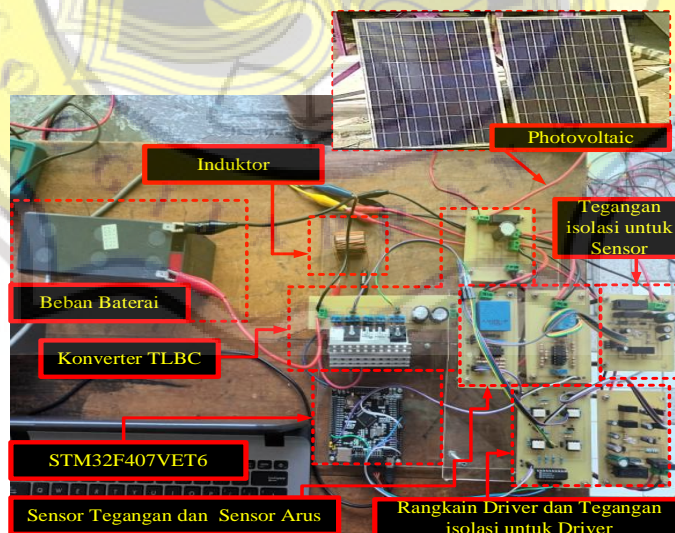


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi *Hardware*

Setelah melakukan simulasi dan mengetahui beberapa komponen beserta dengan desain rangkaian yang ada pada bab sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan dalam bentuk *hardware*. Simulasi dan beberapa komponen dengan desainnya dapat dijadikan sebagai acuan dalam proses pembuatan perangkat keras atau *hardware*. Rangkaian *hardware* tersebut terdiri atas sumber energi, rangkaian *driver*, rangkaian sensor, rangkaian tegangan isolasi, *Three-Level Buck DC-DC Converter* (TLBC), dan beban yang digunakan untuk pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. 1.



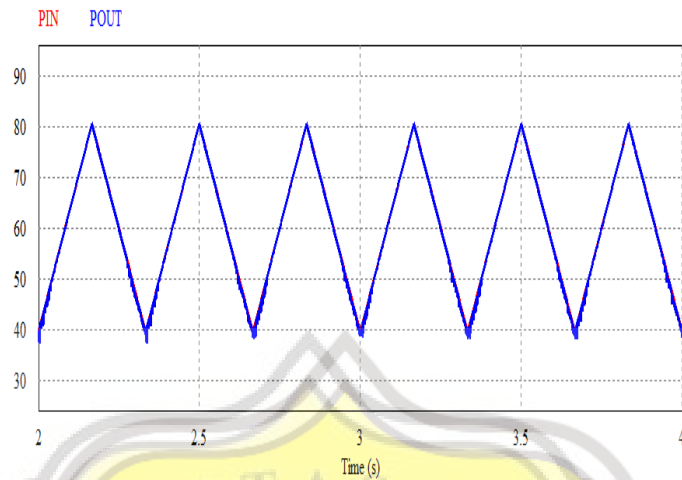
Gambar 4. 1 Implementasi *hardware*

Pada gambar diatas, PV merupakan sumber energi terbarukan yang digunakan untuk *Three-Level Buck DC-DC Converter* (TLBC) yang

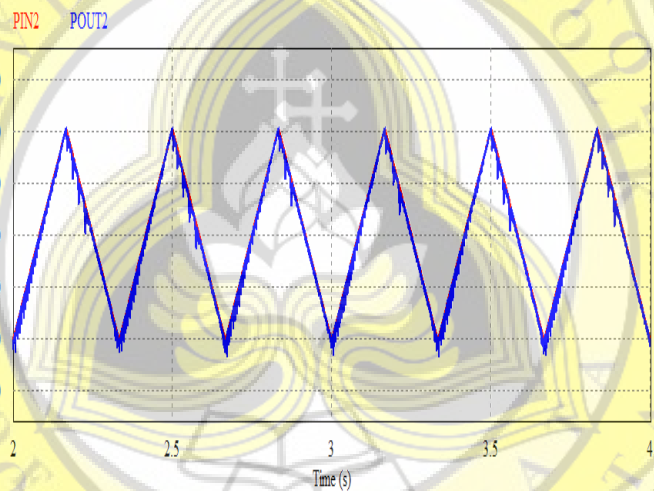
bertujuan untuk menghasilkan daya keluaran PV maksimal. Banyaknya PV dan beban baterai dapat divariasikan. Pada implementasi *hardware*, konverter TLBC terdiri atas 2 buah saklar daya semikonduktor, 2 buah dioda, 3 buah kapasitor, dan konverter tersebut dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler STM32F407VET6. Rangkaian *driver* TLP250, B1212S, sensor tegangan LV25-P, sensor arus HX10-P, dan A1212S merupakan sistem kendali yang digunakan untuk implementasi *hardware* ini.

4.2 Perbandingan Implementasi *Hardware* dengan MPPT SCC

Sebelum menampilkan hasil perbandingan implementasi *hardware* dengan alat MPPT Solar Charge Control (SCC), pertama – tama menampilkan hasil uji coba melalui simulasi dan kemudian perbandingan implementasi *hardware* dengan alat MPPT SCC. Sub bab ini menentukan apakah penelitian yang dilakukan telah berhasil atau tidak, sehingga bagian ini merupakan bagian terpenting dalam penelitian dan pembuatan laporan tugas akhir. Hasil simulasi konverter TLBC dengan isi program sesuai dengan *flowchart* strategi kendali program ditampilkan untuk mengetahui apakah dapat berjalan dengan baik. Hal tersebut dapat diketahui dengan menampilkan daya *input* (PIN) dan hasil daya yang dihasilkan PV atau daya *output* (POUT) yang *tracking* satu sama lain. Perbandingan daya *input* dan daya *output* pada PV dengan dua kondisi yang berbeda dapat ditampilkan pada Gambar 4. 2 dan Gambar 4. 3.



Gambar 4. 2 PIN dan POUT PV dengan 1 PV dan 12 volt baterai



Gambar 4. 3 PIN dan POUT PV dengan 2 PV dan 24 volt baterai

Kondisi pertama dengan 1 buah PV dan 12 volt beban baterai menghasilkan daya *output* (POUT) yang dapat mengikuti atau *tracking* dengan daya *input* (PIN) PV. Daya maksimal antara POUT dan PIN PV sesuai dengan *nameplate* daya PV sebesar 80 WP untuk 1 buahnya. Kondisi kedua dengan POUT yang tetap mengikuti PIN meski sumber PV telah diubah menjadi 80 WP x 2 atau 160 WP, yang artinya terdapat 2 buah PV

yang terhubung secara seri dan adanya penambahan beban baterai menjadi 24 volt.

Dengan mengetahui hasil simulasi tersebut, maka strategi kendali dapat dikatakan sudah sesuai dan dapat diimplementasikan dalam bentuk *hardware*. Pada implementasi *hardware*, pengujian ini dilakukan dengan membandingkan *hardware* yang telah dibuat beserta dengan program yang telah disesuaikan *flowchart* strategi kendali dan simulasi dengan alat MPPT SCC. Berikut hasil perbandingan implementasi *hardware* pada konverter TLBC dengan alat MPPT SCC untuk kondisi pertama yang ditampilkan dalam bentuk Tabel 4. 1 hingga Tabel 4. 3.

Tabel 4. 1 Hasil daya *input* 1 PV dan beban baterai 12 volt

Nomor data	Waktu	Irradiance (W/m ²)	P _{IN} PV TLBC (W)	P _{IN} PV SCC (W)
1	14.05	634	14,24	9,42
2	14.08	680	25,53	29,32
3	14.11	555	21,94	16,08
4	14.15	555	19,57	16,06
5	14.18	564	20,15	17,88
6	14.20	570	25,35	26,20
7	14.22	538	23,17	19,37
8	14.24	548	24,09	18,45
9	14.25	504	24,2	14,77
10	14.30	630	18,13	12,37
Rata – rata			21,64	17,99

Tabel 4. 2 Konverter TLBC dengan 1 PV dan beban baterai 12 volt

Data	$P_{IN PV}$ (W)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	V_{OUT} (V)	I_{OUT} (A)	$P_{OUT Batt}$ (W)
1	14,24	15,65	0,91	12,84	0,89	11,43
2	25,53	16,47	1,55	14	1,53	21,42
3	21,94	16,62	1,32	14,11	1,55	21,87
4	19,56	16,17	1,21	13,39	1,27	17,01
5	20,15	15,38	1,31	13,75	1,29	17,74
6	25,35	16,46	1,54	14,1	1,53	21,57
7	23,17	16,2	1,43	14,01	1,46	20,45
8	24,09	16,28	1,48	14,03	1,49	20,90
9	24,2	16,69	1,45	14,32	1,43	20,48
10	18,13	16,33	1,11	13,2	1,03	13,60
Rata – rata	21,64	16,23	1,33	13,78	1,35	18,65

Tabel 4. 3 MPPT SCC dengan 1 PV dan beban baterai 12 volt

Data	$P_{IN PV}$ (W)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	V_{OUT} (V)	I_{OUT} (A)	$P_{OUT Batt}$ (W)
1	9,42	14,72	0,64	13,25	0,56	7,42
2	29,32	15,43	1,9	14,12	1,08	15,25
3	16,08	14,62	1,1	13,76	1,14	15,69
4	16,06	15,01	1,07	13,58	0,92	12,45
5	17,88	14,9	1,2	13,78	1,11	15,30
6	26,20	15,06	1,74	14,29	1,83	26,15
7	19,37	14,9	1,3	14,26	1,4	19,96
8	18,45	14,76	1,25	13,98	1,34	18,69
9	14,77	15,23	0,97	13,74	0,93	12,78
10	12,37	14,55	0,85	13,5	0,78	10,53
Rata – rata	17,99	14,92	1,20	13,83	1,11	15,42

Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh PV diumpamakan sebagai tegangan *input* (V_{IN}) dan arus *input* (I_{IN}) untuk konverter TLBC maupun alat MPPT SCC. Nilai data daya *input* ($P_{IN PV}$) pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 merupakan perkalian dari nilai V_{IN} dan I_{IN} . Begitu juga dengan daya *output*

konverter yang dihasilkan untuk beban baterai (P_{OUT} Batt) yang merupakan hasil perkalian antara nilai tegangan *output* dengan arus *output* yang diperoleh dari keluaran konverter TLBC maupun MPPT SCC. Tabel 4. 1 menampilkan perbandingan nilai P_{IN} antara konverter TLBC selaku *hardware* yang telah diimplementasikan dengan alat MPPT SCC. Data yang disajikan secara lengkap dapat ditampilkan pada Tabel 4. 2 dan Tabel 4. 3. Tabel 4. 1, Tabel 4. 2, dan Tabel 4. 3 menyatakan bahwa daya yang dihasilkan oleh PV (P_{IN} PV) dari konverter TLBC memiliki rata – rata daya yang lebih tinggi sebesar 21,64 watt dibandingkan dengan alat MPPT SCC dengan 17,99 watt. Nilai rata – rata P_{IN} PV dan P_{OUT} Batt pada kedua alat dapat dilihat pada nilai rata – rata V_{IN} , I_{IN} , V_{OUT} , dan I_{OUT} tiap – tiap alat. Pengujian selanjutnya yaitu dengan penambahan PV dan beban baterai disebut dengan kondisi kedua. Hasil perbandingan konverter TLBC dengan MPPT SCC yang ditampilkan dalam bentuk Tabel 4. 4 hingga Tabel 4. 6.

Tabel 4. 4 Hasil daya *input* 2 PV dan beban baterai 24 volt

Nomor data	Waktu	Irradiance (W/m ²)	P_{IN} PV TLBC (W)	P_{IN} PV SCC (W)
1	11.46	750	70,97	73,59
2	11.52	690	67,75	58,5
3	11.53	800	65,49	41,08
4	11.59	730	66,38	65,72
5	12.00	720	66,88	44,3
6	12.05	680	72,45	36,5
7	12.06	670	69,12	37,57
8	12.07	680	62,51	45,94
9	12.24	740	77	70,45
10	12.25	760	74,42	61,38
Rata – rata			69,30	53,50

Tabel 4. 5 Konverter TLBC dengan 2 PV dan beban baterai 24 volt

Data	$P_{IN PV}$ (W)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	V_{OUT} (V)	I_{OUT} (A)	$P_{OUT Batt}$ (W)
1	70,97	32,26	2,2	27	2,12	57,24
2	67,75	32,26	2,1	27	2,12	57,24
3	65,49	32,26	2,03	26,8	2,04	54,67
4	66,38	32,7	2,03	27	2,15	58,05
5	66,88	32	2,09	26,8	1,84	49,31
6	72,45	32,2	2,25	26,8	2,25	60,3
7	69,12	32	2,16	26,7	2,11	56,34
8	62,51	32,9	1,9	26,8	1,86	49,85
9	77	31,3	2,46	27,1	2,43	65,85
10	74,42	31,4	2,37	27	2,35	63,45
Rata – rata	69,30	32,13	2,16	26,9	2,13	57,23

Tabel 4. 6 MPPT SCC dengan 2 PV dan beban baterai 24 volt

Data	$P_{IN PV}$ (W)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	V_{OUT} (V)	I_{OUT} (A)	$P_{OUT Batt}$ (W)
1	73,59	33	2,23	29	2,45	71,05
2	58,5	30	1,95	28	1,87	52,36
3	41,08	31,6	1,3	28,3	1,28	36,22
4	65,72	33,7	1,95	28,9	2,23	64,45
5	44,3	31,2	1,42	27,8	1,3	36,14
6	36,5	29,2	1,25	27,3	1,34	36,58
7	37,57	28,9	1,3	27,4	1,4	38,36
8	45,94	31,9	1,44	28	1,6	44,8
9	70,45	34,2	2,06	28,8	1,76	50,69
10	61,38	34,1	1,8	28,8	2,11	60,77
Rata – rata	53,50	31,78	1,67	28,23	1,73	49,14

Tabel 4. 4 diatas menyatakan bahwa daya yang dihasilkan oleh PV ($P_{IN PV}$) dari konverter TLBC masih memiliki rata – rata daya yang lebih tinggi sebesar 69,30 watt dibandingkan dengan alat MPPT SCC dengan nilai 53,50 watt. Pada Tabel 4. 5 dan Tabel 4. 6, merupakan data yang disajikan

secara lengkap untuk pengujian kondisi kedua. Pengambilan data sebanyak 10 kali pada kedua kondisi untuk konverter TLBC dan alat MPPT SCC dilakukan agar menghindari perolehan data yang tidak sah. Dengan kedua tahap ini dapat diperoleh suatu efisiensi algoritma antara kedua alat yang telah diuji. Dengan memperoleh data – data yang telah disajikan, nilai efisiensi pada kedua alat dapat ditentukan dengan membagikan nilai P_{OUT} Batt dengan P_{IN} PV selama dua tahap pengujian. Konverter TLBC mampu menghasilkan efisiensi pada kondisi pertama dengan nilai sekitar 86,1% dan untuk kondisi kedua dengan nilai sekitar 82,5%. Untuk alat MPPT SCC, alat tersebut mampu menghasilkan efisiensi pada kondisi pertama dengan nilai sekitar 85,7% dan kondisi kedua dengan nilai sekitar 91,8%. Dengan membandingkan efisiensi pada kedua alat, untuk kondisi kedua yaitu konverter TLBC selaku *hardware* memiliki efisiensi yang lebih rendah daripada alat MPPT SCC meskipun untuk kondisi pertama konverter TLBC unggul sedikit dibanding MPPT SCC.

Berdasarkan hasil simulasi dan implementasi *hardware* pada rangkaian konverter TLBC dan strategi kendali yang telah ditampilkan sebelumnya, konverter dan strategi kendali tersebut dapat bekerja dengan baik.