

Rancang Bangun Pengendali Sistem Pompa Otomatis Pada Penyiraman Tanaman Berbasis Sensor Kelembaban dengan Kendali Arduino

Joel Fernando Simamora¹⁾, Antonius Rajagukguk²⁾, Eddy Evrianto³⁾

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: joel.fernandosimamora@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Along with technological advances in modern times, and the development of science, human needs are also growing. In order to facilitate human work, many technologies have been created using automatic systems. One of them is in the case of automatic plant watering for farmers or garden owners. For this reason, the authors carried out a design of automatic plant sprinklers based on the YL-38 type soil moisture sensor which will be controlled by Arduino. Which later will send a duty cycle to the buck converter to change the voltage automatically according to soil conditions which have been grouped into four parts, namely very dry, dry, humid, and wet. Changes in voltage will affect the rotational speed of the motor according to the needs of the ground. With real time watering, the RTC DS1302 type is used so that this watering will be more scheduled. This watering uses a supply from a 12 volt DC battery with a 12 volt water pump motor load.

Keywords : duty cycle, buck converter, arduino, soil moisture sensor.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi di zaman yang modern ini, dan berkembangnya ilmu pengetahuan, maka kebutuhan manusia pun semakin berkembang. Guna mempermudah kinerja manusia, telah banyak teknologi yang diciptakan dengan menggunakan sistem otomatis, salah satunya adalah pompa air. Untuk itu dibutuhkan peralatan yang mampu bekerja secara otomatis salah satunya sensor kelembaban. (Santoso, 2013).

Sensor kelembaban tanah sebagai pendeteksi intensitas air di dalam tanah yang berupa sensor analog dan *output* yang dihasilkan berupa tegangan 0-maksimum. Pengujian kinerja sensor dilakukan dengan memasang langsung sensor kelembaban tanah pada media tanaman, respon sensor terhadap kenaikan dan penurunan kelembaban dikirim ke kontroler. Kelebihan alat ini dapat memberikan respon keluaran berupa kenaikan dan penurunan kelembaban dari tanah. Sehingga keluaran dari sensor ini akan direspon oleh kontroler untuk menghidupkan atau mematikan pompa. (Syah Alam, 2018).

Kontroler yang dipakai salah satunya arduino yang merupakan pengendali mikro *single board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform* dan dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang. Keluaran dari kontroler akan dikirimkan ke *buck converter* untuk mengatur kecepatan motor. Sehingga debit air yang dikeluarkan motor sesuai dengan keperluan tanaman yang telah dibaca kondisi tanahnya oleh sensor kelembaban. Pada alat ini menghasilkan 4 kriteria kondisi tanah yaitu tanah basah, lembab, kering, dan sangat kering. Namun alat hanya akan bekerja pada kondisi tanah lembab, kering dan sangat kering, apabila kondisi tanah basah maka motor tidak bekerja. (Ericson, 2018).

Buck converter adalah dc-dc converter jenis penurun tegangan atau *step down*. *Buck converter* mampu menghasilkan nilai tegangan output sama atau lebih rendah dari tegangan input-nya. *Buck converter* dapat menurunkan tegangan tanpa membutuhkan trafo. Karena hanya menggunakan satu buah semikonduktor, *buck converter* memiliki efisiensi yang tinggi. Kemudian keluaran dari *buck converter* masuk

ke motor pompa yang mampu mengubah tegangan sehingga keluaran air pada motor pompa dapat diatur. (Fajar, 2020).

Pada motor pompa, jenis yang digunakan adalah motor pompa DC. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa atau biasa disebut *suction*, elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida dihisap. Dengan demikian fluida akan mengalir ke ruang pompa. Oleh elemen pompa fluida ini akan didorong dan diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir kedalam saluran tekan (*discharge*) melalui lubang tekan. Klasifikasi pompa menurut prinsip dan cara kerjanya dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu pompa kerja positif (*positive displacement pump*) dan pompa kerja dinamis (Hasan, 2017).

Berdasarkan pemaparan diatas, penulis tertarik melakukan penelitian tentang penyiraman tanaman otomatis menggunakan motor DC dengan kendali arduino. Penggunaan motor DC efektif karena hanya mengatur *variable* tegangan motor untuk mengubah kecepatan motor sehingga air yang diberikan sesuai dengan kondisi tanah. Alat ini diharapkan dapat membantu manusia dalam merawat tanaman dan menjaga tanaman dapat tumbuh dengan subur.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sensor Kelembaban Tanah

Soil moisture sensor merupakan sensor yang mampu mendeteksi intensitas air didalam tanah yang berupa sensor analog dimana output yang dihasilkan berupa tegangan 0-maksimum. Ketika sensor bekerja, maka sensor akan mulai mendeteksi kadar air dalam tanah apakah dalam keadaan kering atau basah (lembab). Sensor akan dipasangkan langsung ke media tanaman, kemudian respon sensor terhadap kenaikan dan penurunan kelembaban akan dikirim ke kontroller. (Syah Alam, 2018)

2.2 Arduino Uno R3

Fungsi khusus papan arduino uno R3 sebagai berikut 14 pin input/output digital (0-13), berfungsi sebagai input atau output dan dapat diatur oleh program. IC 1 – *Microcontroller*

Atmega, komponen utama dari papan Arduino yang didalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM. (Erricson, 2018)

2.3 Optocoupler / Driver Mosfet

Untuk menyalakan MOSFET biasanya tegangan pada kaki *Gate* MOSFET lebih besar dari tegangan sumber, maka perlu sebuah *driver* MOSFET. *Driver* mosfet atau *Driver Gate* merupakan penguat daya yang mengubah daya rendah yang berasal Arduino menjadi daya besar untuk gerbang transistor berdaya tinggi seperti IGBT dan MOSFET.

2.4 Real Time Clock (RTC)

RTC merupakan jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. Penambahan RTC akan lebih menguntungkan karena dapat menyiram tanaman agar lebih terjadwal. (Erricson, 2018).

2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan sebuah layar *display* untuk menampilkan karakter angka, huruf, serta simbol-simbol. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632. LCD jenis ini merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 yaitu memiliki kolom 16 dan 2 baris dengan konsumsi daya rendah.

2.6 Pompa

Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa atau biasa disebut *suction*, elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida dihisap. Dengan demikian fluida akan mengalir ke ruang pompa.

2.7 Buck Converter

Buck converter adalah salah satu jenis dari konverter yang dapat mengubah tegangan DC pada nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih rendah tegangan *input*nya. Tegangan pada beban adalah hasil dari pembagian durasi menyala dan padamnya saklar (*duty cycle*) dari tegangan input, sehingga tegangan keluaran *buck*

converter menjadi lebih rendah dari pada tegangan masukannya.

$$V_O = V_S \times D \dots\dots\dots (2.11)$$

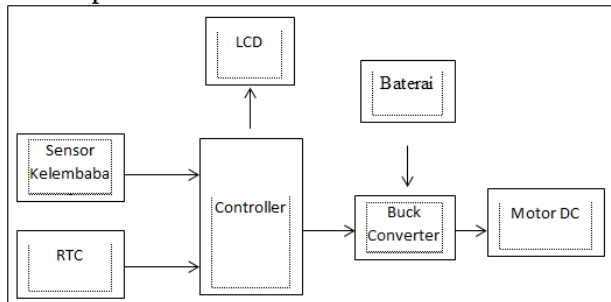
2.8 Pulse With Modulation (PWM)

Dapat diartikan bahwa PWM memiliki nilai frekuensi yang tetap namun nilai *duty cycle* bervariasi. *Duty cycle* merupakan kondisi sinyal logika *high* dan sinyal logika *low* dalam suatu periode dinyatakan dalam bentuk persen (%) dengan *range* 0% sampai 100%. (Hadisyahputra & Marpaung, 2017).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem

Berikut adalah blok diagram dari rancang bangun penelitian yang akan dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 1. Blok Diagram Rancang Bangun

3.2 Penentuan Komponen

3.2.1 Penentuan Komponen Switching

Komponen *switching* yang digunakan yaitu mosfet. Mosfet yang digunakan ditentukan dari kapasitas arus dan tegangan yang diperlukan yaitu tegangan sebesar 12 volt dan arus 6 ampere. Penggunaan mosfet sebagai *switching* ditentukan berdasarkan besaran parameter yang telah dihitung.

$$V_{\text{switch}} = V_{\text{switch}} = V_{i_{\text{maks}}} = 12 \text{ volt}$$

Maka dapat digunakan mosfet N-channel IRF744N

3.2.2 Penentuan Komponen Buck Converter

3.2.2.1 Resistor

Pada rangkain *buck converter* diperlukan adanya resistor (R) sebagai tahanan atau beban. Pada penggunaan nya beban yang digunakan yaitu motor pompa, dengan daya 65 watt dan tegangan 12 volt. Maka dapat diperoleh nilai tahanan motor pompa adalah sebesar $2,2\Omega$.

3.2.2.2 Induktor

Setelah menghitung dari empat *duty cycle*, maka dipilih nilai induktor yang terbesar. Digunakan nilai induktor dengan *duty cycle* 10%. Maka,

$$L = \frac{(1-0,10)2,2}{2.500}$$

$$L = 1980\mu\text{H}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka rating induktor yang digunakan besar dari $1980\mu\text{H}$ atau $1,9\text{mH}$. Sehingga rating induktor yang digunakan pada penelitian ini adalah $2,1\text{mH}$.

3.2.2.3 Kapasitor

Setelah menghitung dari empat *duty cycle*, maka dipilih nilai kapasitor yang terbesar. Nilai kapasitor dengan *duty cycle* 99% :

$$C = \frac{(1-0,99)6}{8.024.000022.500^2}$$

$$C = 11250\text{uf}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka rating kapasitor yang digunakan besar dari 11250uf atau $11,25\text{mf}$. Sehingga rating kapasitor yang digunakan pada penelitian ini adalah 14100uf .

3.2.2.4 Dioda

Pemilihan diode pada *buck converter* dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$I_{DM_{\text{max}}} = I_{\text{omax}} + \frac{\Delta I_{L_{\text{max}}}}{2}$$

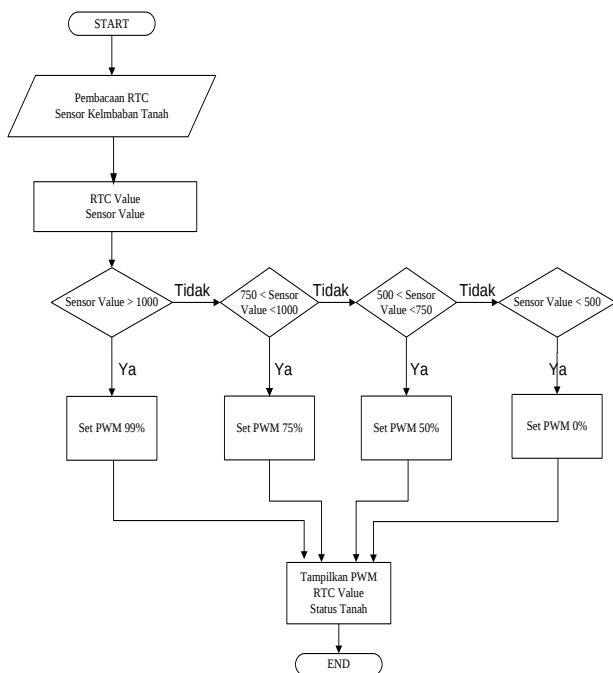
$$I_{DM_{\text{max}}} = 6 + \frac{0,137}{2} = 6,0685\text{A}$$

Maka dari perhitungan tersebut dapat ditentukan penggunaan diode dengan jenis diode MUR-860.

3.3 Sistem Kontrol

3.3.1 Flowchart Sistem Kontrol

Flowchart ini digunakan untuk menentukan *duty cycle* yang akan dikirimkan ke *buck converter*.



Gambar 2. Flowchart Sistem Pengontrolan

3.3.2 Peralatan Kontrol

3.3.2.1 Arduino Uno R3

Peralatan control pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler arduino uno R3. Sebagai peralatan control maka arduino akan diberi *coding* untuk setiap kriteria kondisi tanah. Sehingga pada tiap-tiap kondisi tanah akan dikontrol oleh arduino yang kemudian dapat memvariasikan tegangan dan kecepatan pada motor pompa DC. Arduino uno R3 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arduino uno R3

3.3.2.2 Optocoupler / Driver Mosfet

Pemilihan *optocoupler* dalam rancang bangun berguna untuk pemisah antara rangkaian daya dengan rangkaian control. Dengan penggunaannya yang tidak terlalu sulit, *optocoupler* menjadi pilihan penulis sebagai

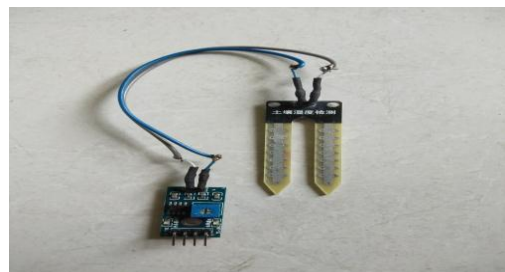
kegunaan *driver mosfet*. Contoh *optocoupler* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian *driver mosfet* 4N25.

3.3.3 Metode Sensing

Metode sensing pada penelitian ini menggunakan sensor kelembaban tanah dengan tipe YL-38. Setelah teruji sensor ini mampu mengukur intensitas air dalam tanah dan juga penggunaannya lebih sederhana. Sensor kelembaban dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sensor kelembaban tanah type YL-38

3.4 Real Time Clock (RTC)

Pada perancangan sistem RTC digunakan untuk menampilkan data waktu secara *real time* pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Sehingga mempermudah pendataan waktu ketika pengambilan data, maka digunakan RTC dengan tipe DS1302, terlihat seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Real Time Clock DS1302

3.5 Liquid Crystal Display (LCD)

Pada penelitian ini digunakan LCD dengan tipe 20x4 dikarenakan pada jenis ini mampu menampilkan banyaknya keluaran pada monitor LCD. Seperti status tanah, waktu secara *real time* dan tingkat kelembaban tanah dari hasil pembacaan sensor.



Gambar 7. LCD tipe 20x4

3.6 Perencanaan Motor Pompa

Pada penelitian ini motor pompa yang akan digunakan adalah motor pompa air DC dengan tegangan masukan sebesar 12 volt. Pompa dihubungkan secara langsung pada keluaran dari *buck converter*. Motor pompa DC yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini.

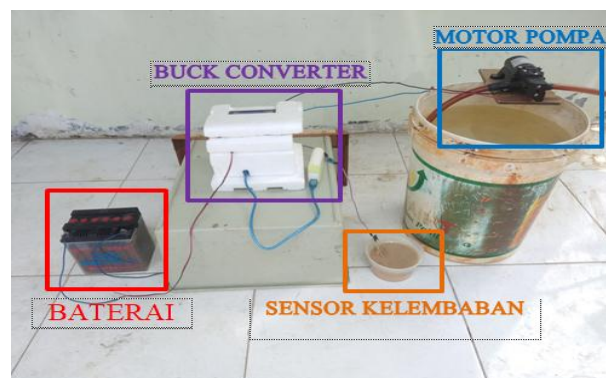


Gambar 8. Motor Pompa Air DC 12 volt

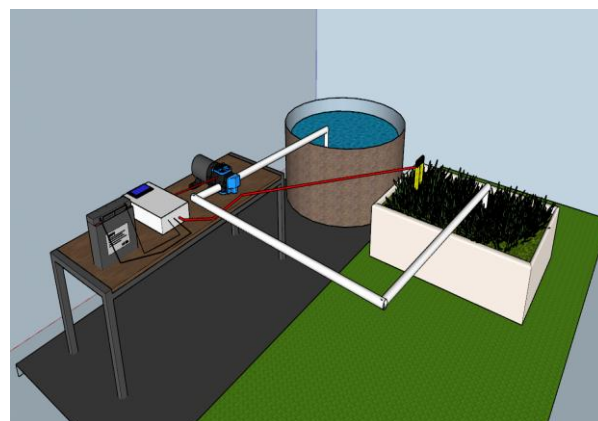
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Topologi Sistem

Terdapat beberapa komponen yang diperlukan untuk merancang sistem agar mampu melakukan tugas sebagai penyiraman tanaman otomatis seperti yang diharapkan.



Gambar 9. Topologi Sistem



Gambar 10. Skema Perancangan Penyiraman Tanaman Otomatis

4.1.1 Datasheet Hasil Perancangan

Berikut adalah tabel spesifikasi dari setiap komponen yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Spesifikasi Komponen *Buck-Boost Converter*

Spesifikasi	Keterangan
Induktor	2,1 Mh
Kapasitor	14100 Uf
Resistor	5Ω 20W
Frekuensi	500 Hz
Dioda	MIC 10A
Mosfet	IRF740

Tabel 2. Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	Keterangan
Merk Baterai	GS Astra Premium
Kode Baterai	12N10-3B
Tegangan Nominal	12 V
Kapasitas	10 Ah

Tabel 3. Spesifikasi RTC, Sensor Kelembaban dan Pompa

Spesifikasi	Keterangan
RTC	DS 1302
Sensor Kelembaban	YL-38
Pompa	65

4.2 Studi Kasus Keadaan Sangat Kering

Pada pengujian ini diterapkan pada tanah yang intensitas air nya sangat kering, dengan mengasumsikan nilai sensor 1000 sampai 1023.

Tabel 4. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Sangat Kering (Tanpa Beban)

Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vin (V)	Vout (V)
1	07.00	1014	Sangat Kering	12	11.8
	17.00	1019	Sangat Kering	12	11.8
2	07.00	1011	Sangat Kering	12	11.8
	17.00	1018	Sangat Kering	12	11.8
3	07.00	1012	Sangat Kering	12	11.8
	17.00	1022	Sangat Kering	12	11.8
4	07.00	1016	Sangat Kering	12	11.8
	17.00	1017	Sangat Kering	12	11.8

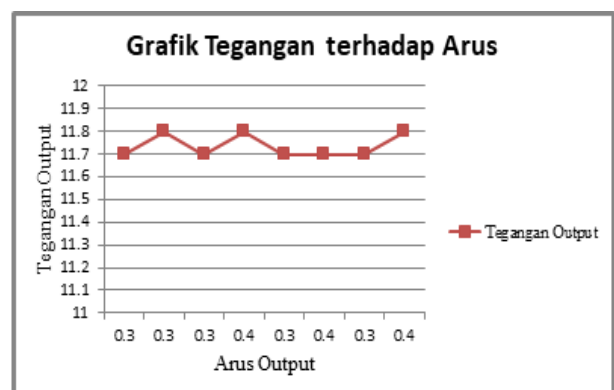
Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa tegangan *output* pada kondisi sangat kering tidak berubah

jauh, namun karena pengukuran ini dilakukan tanpa beban maka tidak terdapat arus pada input dan output, begitu juga kecepatan motor.

Tabel 5. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Sangat Kering (Berbeban)

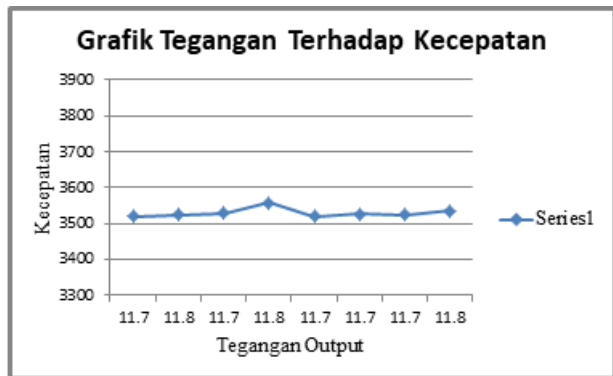
Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)	Duty Cycle	RPM
1	07.00	1014	Sangat Kering	11,7	0,3	3,5	99%	3520
	17.00	1019	Sangat Kering	11,8	0,3	3,5	99%	3523
2	07.00	1011	Sangat Kering	11,7	0,3	3,5	99%	3528
	17.00	1018	Sangat Kering	11,8	0,4	4,7	99%	3557
3	07.00	1012	Sangat Kering	11,7	0,3	3,5	99%	3519
	17.00	1022	Sangat Kering	11,7	0,4	4,6	99%	3527
4	07.00	1016	Sangat Kering	11,7	0,3	3,5	99%	3523
	17.00	1017	Sangat Kering	11,8	0,4	4,7	99%	3534

Kita lihat bahwa tegangan output tidak jauh dari perhitungan secara teori dengan *dutycycle* 99%. Arus yang diperoleh rata-rata berkisar 0,38 dengan daya yang dihasilkan rata-rata 4,5 watt. Kecepatan yang dihasilkan juga tidak berbeda jauh hanya berkisar $\pm$ 3500 RPM.



Gambar 11. Grafik Tegangan Terhadap Arus Kondisi Sangat Kering

Berdasarkan grafik pada gambar 10 terlihat bahwa pada arus tertinggi bernilai 0,4 A pada tegangan 4,7 dengan daya 4,7 W menghasilkan putaran motor sebesar 3573 RPM (*Rotate Per Minute*). Dan arus terendah pada tegangan 11,75V dan 11,76 V dengan putaran motor sebesar 3519 RPM dan 3520 RPM.



Gambar 12. Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan Kondisi Sangat Kering

Berdasarkan gambar 11 pada grafik menunjukkan bahwa kecepatan motor tertinggi ketika keadaan tegangan bernilai 11,77 Volt dengan nilai kecepatan 6657,4 RPM.

4.3 Studi Kasus Keadaan Kering

Pada pengujian ini diterapkan pada tanah yang intensitas air nya kering dengan asumsi nilai sensor 750 sampai 1000, sehingga pada percobaan ini diperoleh hasil keluaran dari pembacaan sistem

Tabel 6. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Kering (Tanpa Beban)

Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vin (V)	Vout (V)
1	07.00	940	Kering	12	9.2
	17.00	963	Kering	12	9.2
2	07.00	905	Kering	12	9.2
	17.00	963	Kering	12	9.2
3	07.00	949	Kering	12	9.2
	17.00	957	Kering	12	9.2
4	07.00	909	Kering	12	9.2
	17.00	862	Kering	12	9.2

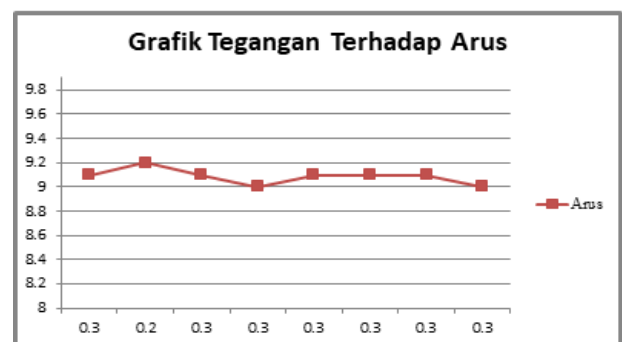
Pada hasil pengukuran pada tabel 6 dihari pertama pada jam 07.00 dan 17.00 nilai tegangan *output* bernilai 11,7 dan 11,5. Namun pada hari

kedua sampai keempat nilai tegangan *output* nya hamper sama bahkan lebih besar dari nilai input nya.

Tabel 7. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Kering (Berbeban)

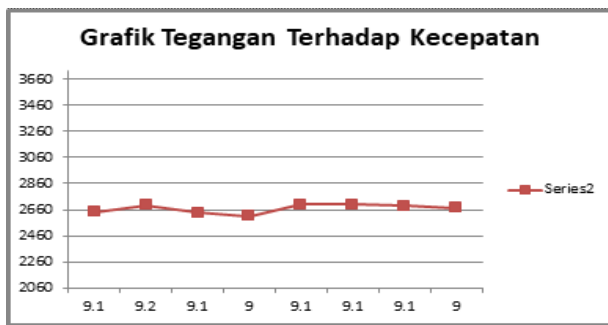
Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vout (V)	Iout (A)	Pout (W)	Duty Cycle	RPM
1	07.00	940	Kering	9,1	0,3	2,7	75%	2641
	17.00	963	Kering	9,2	0,2	1,8	75%	2696
2	07.00	905	Kering	9,1	0,3	2,7	75%	2638
	17.00	963	Kering	9	0,3	2,7	75%	2611
3	07.00	949	Kering	9,1	0,3	2,7	75%	2697
	17.00	957	Kering	9,1	0,3	2,7	75%	2697
4	07.00	909	Kering	9,1	0,3	2,7	75%	2689
	17.00	862	Kering	9	0,3	2,7	75%	2672

Dengan kondisi kering dan penetapan *dutycycle* di angka 75%, tegangan *output* yang dihasilkan sesuai yang diharapkan yaitu berkisar 9 V. Arus *output* yang dihasilkan di rata-rata 0,35 A dengan kecepatan motor rata-rata dinilai 2730 RPM.



Gambar 13. Grafik Tegangan terhadap Arus Kondisi Kering

Berdasarkan gambar 12 menampilkan grafik dengan arus terendah sebesar 0,34 A pada tegangan 9,42 V, 9,47 V dan 8,56 V. Pada nilai arus tertinggi sebesar 0,36 A terjadi disaat tegangan mencapai 9,04 Volt.



Gambar 14. Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan Kondisi Kering

Berdasarkan grafik yang dapat kita lihat pada gambar 13 menyimpulkan bahwa kecepatan tertinggi motor sebesar 2941,4 RPM pada saat tegangan bernilai 9,36 Volt. Sementara kecepatan motor terendah bernilai 2638,6 RPM pada tegangan 9,42 Volt.

4.4 Studi Kasus Keadaan Lembab

Pada pengujian ini diterapkan pada tanah yang intensitas air nya lembab diasumsikan nilai sensor mulai dari 500 sampai 750, sehingga pada percobaan ini diperoleh hasil keluaran dari pembacaan sistem.

Tabel 8. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Lembab (Tanpa Beban)

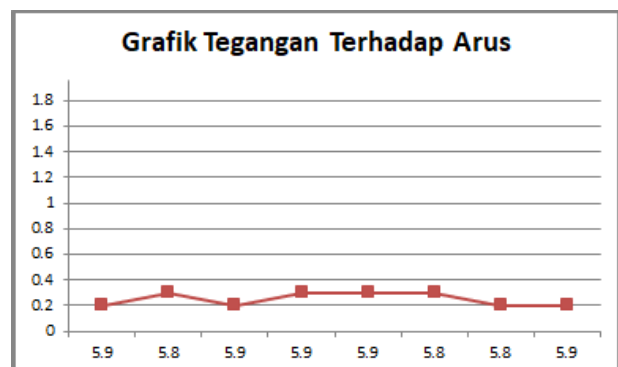
Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vin (V)	Vout (V)
1	07.00	722	Lembab	12	6.1
	17.00	640	Lembab	12	6
2	07.00	716	Lembab	12	6.2
	17.00	545	Lembab	12	6.1
3	07.00	613	Lembab	12	6.2
	17.00	532	Lembab	12	6.1
4	07.00	595	Lembab	12	6
	17.00	759	Lembab	12	6.1

Pada kondisi lembab tanpa berbeban sesuai dengan tabel 8 data pada tegangan *output* tidak terlalu besar drop tegangan nya, nilai tegangan yang terukur rata-rata sebesar 6,1 V.

Tabel 9. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Lembab (Berbeban)

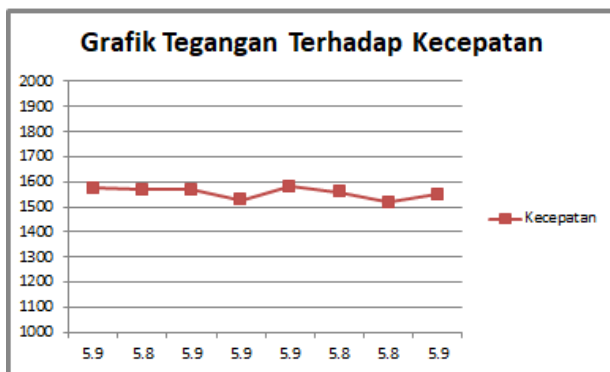
Har i	Jam	Senso r	Status Tanah	Vou t (V)	Iou t (A)	Pou t (W)	Duty Cycl e	RP M
1	07.00	720	Lembab	5,9	0,2	1,1	50%	1574
	17.00	633	Lembab	5,8	0,3	1,7	50%	1570
2	07.00	713	Lembab	5,9	0,2	1,1	50%	1569
	17.00	565	Lembab	5,9	0,3	1,7	50%	1527
3	07.00	623	Lembab	5,9	0,3	1,7	50%	1580
	17.00	522	Lembab	5,8	0,3	1,7	50%	1559
4	07.00	695	Lembab	5,8	0,2	1,1	50%	1517
	17.00	729	Lembab	5,9	0,2	1,1	50%	1549

Pada keadaan berbeban di kondisi tanah lembab, sesuai dengan tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai tegangan *output* sesuai dengan *dutycycle* yang telah di *setting*, nilai tegangan *output* nya rata-rata 5,59 V dengan nilai arus *output* rata-rata 0,28 A dengan daya *output* rata-rata 1,55 W. Dan rata-rata kecepatan motor yaitu 1655 RPM.



Gambar 15. Grafik Tegangan Terhadap Arus Kondisi Lembab

Pada gambar 14 dapat kita lihat grafik tegangan terhadap arus yang mana nilai arus terendah bernilai sebesar 0, 26 A pada saat tegangan bernilai 5,6 Volt. Kemudian nilai arus tertinggi bernilai 0,3 A saat tegangan bernilai 5,48 Volt.



Gambar 16. Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan Kondisi Lembab

Pada gambar 15 dapat kita lihat grafik yang menggambarkan tegangan terhadap kecepatan, yang mana nilai kecepatan motor bernilai rendah sebesar 1549,2 RPM dengan nilai tegangan 5,54 Volt. Sementara nilai kecepatan motor yang tertinggi bernilai sebesar 1780,6 RPM, kondisi ini terjadi pada saat nilai tegangan bernilai 5,6 Volt.

4.5 Studi Kasus Keadaan Basah

Pada pengujian ini diterapkan pada tanah yang intensitas air nya basah dengan asumsi nilai sensor 0 sampai 500, sehingga pada percobaan ini diperoleh hasil keluaran dari pembacaan sistem.

Tabel 10. Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Basah (Tanpa Beban)

Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vin (V)	Vout (V)
1	07.00	329	Basah	12	0
	17.00	476	Basah	12	0
2	07.00	447	Basah	12	0
	17.00	340	Basah	12	0
3	07.00	491	Basah	12	0
	17.00	351	Basah	12	0
4	07.00	334	Basah	12	0
	17.00	360	Basah	12	0

Pada hasil pengukuran di kondisi tanah basah tanpa diberi beban menghasilkan tegangan *output* berkisar 5,85 V. Tegangan yang terukur sangat jauh dari nilai tegangan suplai nya.

Tabel 4.11 Nilai *Output Converter* Terhadap Kondisi Tanah Basah (Berbeban)

Hari	Jam	Sensor	Status Tanah	Vin (V)	Vout (V)
1	07.00	339	Basah	12	0
	17.00	466	Basah	12	0
2	07.00	445	Basah	12	0
	17.00	346	Basah	12	0
3	07.00	481	Basah	12	0
	17.00	371	Basah	12	0
4	07.00	324	Basah	12	0
	17.00	370	Basah	12	0

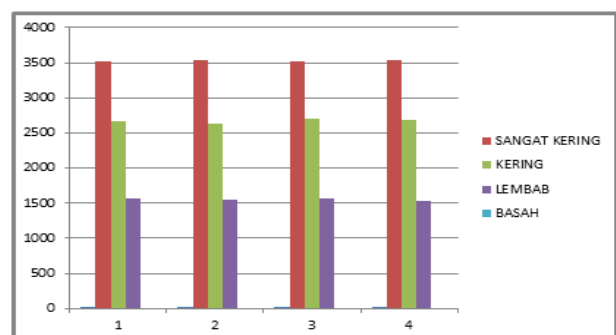
Pada kondisi tanah basah dengan diberi beban maka tegangan *output* nya 0 Volt. Ini dikarenakan pada kondisi tanah basah, motor di *setting* agar tidak menyala sehingga tegangan yang dihasilkan 0 Volt. Karena pada kondisi tanah basah motor tidak perlu menyirami lagi. Ini terjadi dikarenakan kemungkinan kondisi cuaca sedang hujan atau persediaan air didalam tanah masih banyak.

4.6 Analisa Hasil Pengujian Berdasakan Studi Kasus Keseluruhan

Dari hasil uji tiap-tiap kasus kondisi tanah, dapat dianalisa bahwa efisiensi daya pada tiap-tiap kondisi berbeda. Setelah dihitung sesuai dengan persamaan 2.19, maka daya tiap kondisi tanah di rata-rata kan.

Tabel 12. Tabel Analisa Efisiensi Daya *Buck Converter*

Status Tanah	Pin (W)	Pout (W)	H
Sangat Kering	4,8	3,9	81%
Kering	4,0	2,5	62%
Lembab	2,7	1,4	51%
Basah	0	0	0%



Gambar 17. Grafik Rata-rata Kecepatan Tiap Kondisi Tanah

Nilai kecepatan tiap kondisi tanah telah di rata-rata kan sehingga memperoleh hasil seperti yang terlihat pada grafik. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi *dutycycle* yang diberi maka semakin tinggi tegangan dan semakin tinggi juga kecepatan motor yang dihasilkan oleh motor.

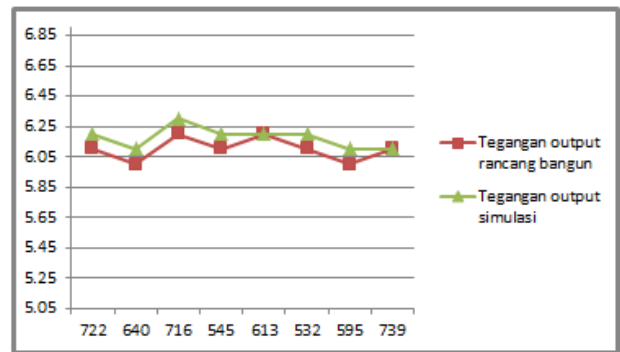
4.7 Validasi

Pengujian yang dilakukan pada keseluruhan sistem penyiraman otomatis akan divalidasi dengan simulasi. Simulasi pada penelitian ini menggunakan *software* Proteus. Ini dilakukan untuk membuktikan bahwa alat yang telah dibuat memiliki pola kerja yang relatif sama dengan yang simulasi. Semua komponen penyusun diterapkan pada simulasi sehingga menghasilkan tegangan, arus dan daya keluaran. Gambar 4.9 menunjukkan rangkaian simulasi pada *software* Proteus.

Kasus pertama yang divalidasi adalah keadaan pada saat tanah basah. Pada kondisi ini, output tegangan rancang bangun dengan tegangan simulasi sama hasilnya, baik itu yang terhubung dengan beban motor maupun yang tanpa beban.

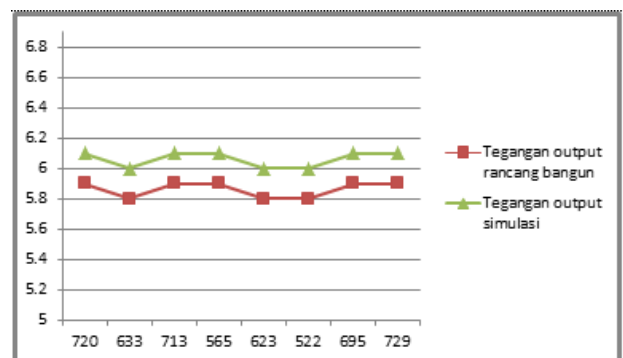
Data simulasi maupun rancang bangun sama-sama tidak memiliki tegangan output. Dikarenakan pada kondisi ini motor tidak bekerja sehingga tidak mengeluarkan tegangan. Kasus tanah keadaan basah berbeban motor tidak ada dihasilkan tegangan baik di rancang bangun maupun di simulasi, sehingga tegangan adalah nol.

Validasi selanjutnya dilakukan pada kasus kondisi tanah lembab dengan tanpa beban dan diberi beban motor. Dapat dilihat pada gambar 17, 18 dan gambar 19.



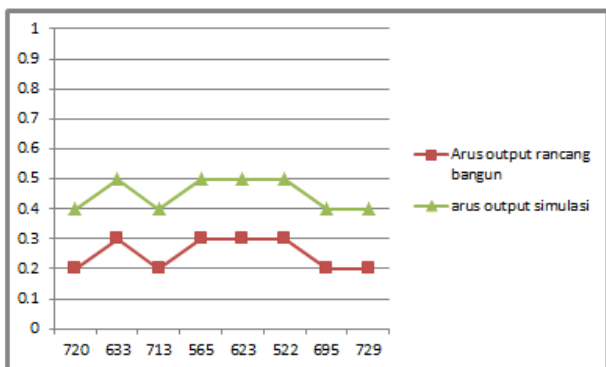
Gambar 18. Validasi Kurva Tegangan pada Kasus Kondisi Tanah Lembab Tanpa Beban

Pada gambar 17 dapat dilihat bahwa hasil tegangan output dari rancang bangun lebih rendah dibandingkan dengan hasil tegangan output simulasi. Validasi dari data simulasi menggambarkan pola kurva yang relative sama dengan hasil yang diperoleh pada pengujian rancang bangun.



Gambar 19. Validasi Kurva Tegangan pada Kasus Kondisi Tanah Lembab Berbeban Motor.

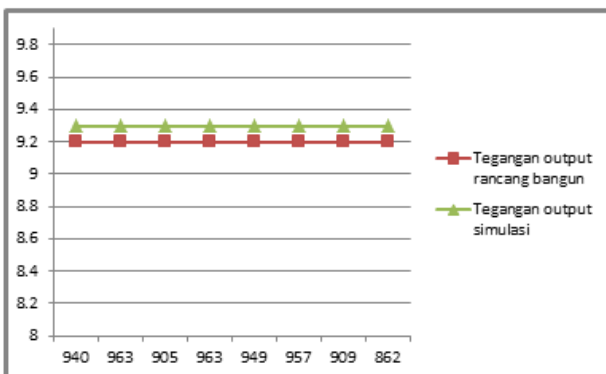
Kurva diatas memperlihatkan bahwa nilai tegangan output rancang bangun lebih rendah jika dibandingkan dengan tegangan output simulasi. Validasi yang dilakukan pada kasus ini menunjukkan bahwa kurva simulasi relatif sama pola pergerakannya dengan kurva hasil rancang bangun.



Gambar 20. Validasi Kurva Arus pada Kasus Kondisi Tanah Lembab Berbeban Motor

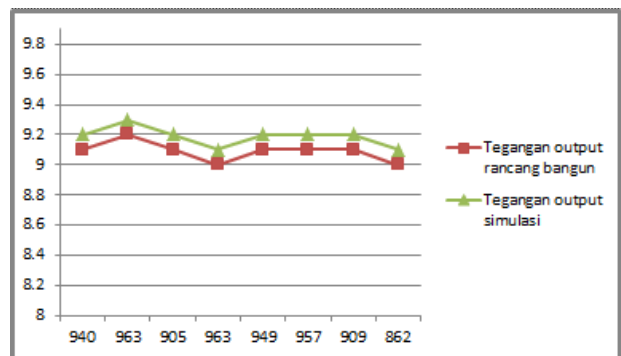
Pada nilai sensor yang menyatakan tanah lembab, nilai arus output hasil rancang bangun terlihat lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai arus output simulasi. Validasi yang dilakukan pada simulasi menghasilkan pola pergerakan kurva yang relative sama dengan hasil rancang bangun.

Validasi berikutnya pada kasus kondisi tanah kering dengan sistem diberi beban motor pompa. Dapat dilihat pada gambar 20, 21 dan gambar 22.



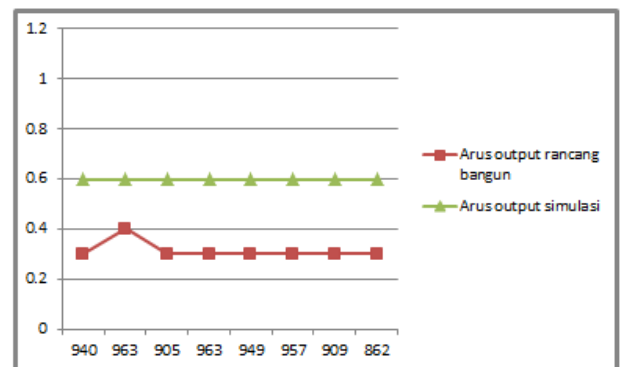
Gambar 21. Validasi Kurva Tegangan pada Kasus Kondisi Tanah Kering Tanpa Beban

Pada kurva dari gambar 20 dapat dilihat bahwa pola pergerakan kurva simulasi sama dengan pola pergerakan kurva data rancang bangun. Grafik ini menggambarkan bahwa tegangan output rancang bangun rendah dari tegangan di simulasi.



Gambar 22. Validasi Kurva Tegangan pada Kasus Kondisi Tanah Kering Berbeban Motor

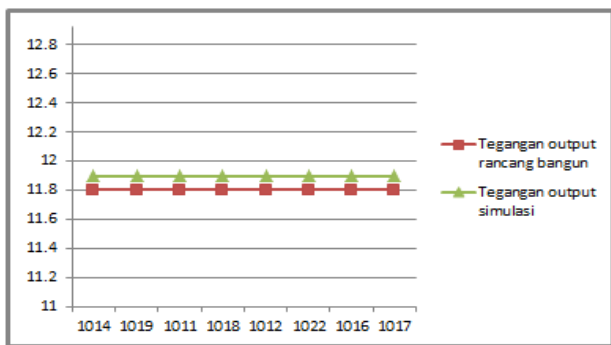
Dapat dilihat pada gambar 21 bahwa tegangan hasil pengujian rancang bangun lebih rendah dibanding hasil simulasi. Namun sama seperti kasus sebelumnya bahwa validasi data pada simulasi memiliki kurva yang relative sama pola pergerakannya dengan kurva hasil pengujian rancang bangun.



Gambar 23. Validasi Kurva Arus pada Kasus Kondisi Tanah Kering Berbeban Motor

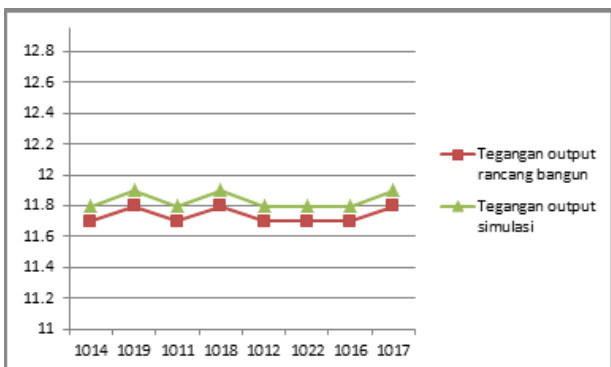
Arus output yang dihasilkan pada pengujian rancang bangun terlihat lebih rendah dibanding arus output simulasi, terlihat pada gambar 22. Yang juga memperlihatkan validasi dari data simulasi dengan pola pergerakan yang relative sama dengan kurva hasil dari pengujian rancang bangun.

Pada validasi berikutnya dilakukan pada kasus kondisi tanah sangat kering. Dapat kita lihat kurva validasi pada gambar 23, 24 dan gambar 25.



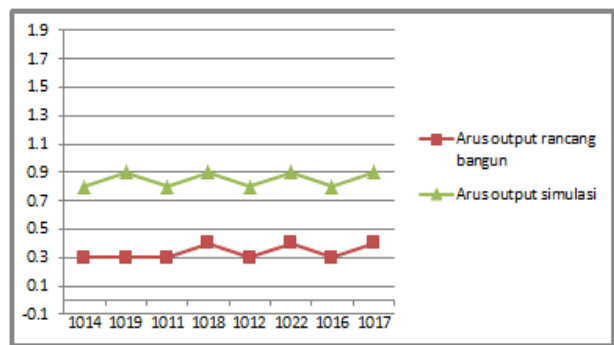
Gambar 24. Validasi Kurva Tegangan pada Kasus Kondisi Tanah Sangat Kering Tanpa Beban

Terlihat pada kurva yang ditunjukkan oleh gambar 23 bahwa tegangan output rancang bangun memiliki tegangan yang rendah jika disbanding dengan tegangan output simulasi. Namun validasi data simulasi nya memiliki pola pergerakan kurva yang relative sama dengan yang ditunjukkan oleh kurva hasil pengujian rancang bangun.



Gambar 25. Validasi Kurva Tegangan pada Kasus Kondisi Tanah Sangat Kering Berbeban Motor

Pada validasi ini kurva dapat kita lebih bahwa nilai tegangan output rancang bangun lebih rendah dibanding tegangan pada simulasi. Sama seperti kasus yang sebelumnya, validasi data pada simulasi menyatakan bahwa pola pola pergerakan kurva yang relatif sama dengan kurva hasil pengujian rancang bangun.



Gambar 26. Validasi Kurva Arus pada Kasus Kondisi Tanah Sangat Kering Berbeban Motor

Nilai Arus output rancang bangun juga lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai arus yang diperoleh dari simulasi. Pada gambar 25 menunjukkan bahwa pola pergerakan kurva validasi data simulasi relatif sama dengan kurva hasil pengujian rancang bangun.

V. KESIMPULAN

Adapun beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penulisan skripsi ini yaitu perubahan tegangan yang dihasilkan pada *buck converter* dipengaruhi oleh *duty cycle*. Sehingga pada saat kondisi tanah yang dibaca oleh sensor kelembaban berubah, maka akan mengirimkan *duty cycle* yang berbeda sesuai dengan kondisi tanah yang dibaca, maka keluaran tegangan akan berbeda sehingga mempengaruhi kecepatan motor untuk berubah.

Seperti pada saat kondisi tanah sangat kering, tegangan yang dihasilkan berkisar $\pm 11,7$ volt, dengan kecepatan putar motor ± 3500 RPM. Akan berbeda pada saat kondisi tanah kering yang hanya menghasilkan tegangan ± 9 volt dengan kecepatan putar motor ± 2600 RPM. Dan begitu juga tegangan yang dihasilkan pada saat kondisi tanah lembab, tegangan nya ± 6 volt dengan kecepatan putar motor pompa ± 1600 RPM.

Namun pada saat kondisi tanah basah, sistem tidak menghasilkan tegangan dikarenakan perintah pada saat kondisi basah adalah motor pompa mati atau off.

Sehingga sesuai dengan validasi yang dilakukan dengan membandingkan data tegangan dan arus yang dihasilkan, rancang bangun pengendali sistem pompa otomatis pada penyiraman tanaman berbasis sensor kelembaban dengan

kendali arduino berhasilkan di implementasikan dengan baik.

PWM UNTUK MENAIKAN
TEGANGAN PANEL SURYA, 39-44.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S., Tony, H., & I. A. (2018). RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS UNTUK TANAMAN BERBASIS ARUDUINO DAN KELEMBABAN TANAH, 44-57.
- Azhari, F. W., & Aswardi. (2020). Sistem Pengendalian Motor DC Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler ATmega 328, 352-364.
- Caesar Pats Yahwe, I. L. (2016). RANCANG BANGUN PROTOTYPE SYSTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH MELALUI SMS BERDASARKAN HASIL PENYIRAMAN TANAMAN “STUDI KASUS TANAMAN CABAI DAN TOMAT”, 97-110.
- Erricson Zet Kafiari, E. K. (2018). Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembaban YL-39 Dan YL-69, 267-276.
- Fauzan Hadisyahputra, N. L. (2017). PERANCANGAN CATU DAYA DENGAN PENAMBAHAN PANEL SURYA PADA SMART TRAFFIC LIGHT, 1-8.
- Gede, C. P. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengangkatan Air Menggunakan Motor AC dengan Sumber Listrik Tenaga Surya.
- Hart, D. W. (2011). *Power Electronics*. New York: McGraw-Hill.
- Hasan, F. H. (2017). Rancanng Bangun MPPT Dengan DC-DC Buck Converter Pada Panel Surya Dengan Beban Pompa Air DC.
- Muhammad Fadhil, B. D. (2015). Rancang Bangun Prototype Alat Penyiram Otomatis dengan Sistem Timer RTC DS1307 Berbasis Mikrokontroler Atmega16 pada Tanaman Aeroponik, 37-43.
- Sirait, C. Y., & Matalata, H. (2018). PERANCANGAN BOOST CONVERTER DENGAN LDR SEBAGAI PENGENDALI SINYAL