



Implementasi Metode Regresi Linier Pada Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Kangkung

Nugroho Setyo Wibowo^{1*}, Muknizah Aziziah¹, I Gede Wiryawan¹, dan Eva Rosdiana²

¹ Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember; nugroho@polije.ac.id

¹ Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember; zizah.muknizah@gmail.com

¹ Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember; wiryawan@polije.ac.id

² Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember; eva_rosdiana@polije.ac.id

* Nugroho Setyo Wibowo: nugroho@polije.ac.id

Abstract: Hydroponics is the cultivation of plants without using soil. Hydroponic flowers, herbs and vegetables are grown in a moist growing medium and supplied with a solution rich in nutrients, oxygen and water. In the application of hydroponics, nutrition is a need that must always be met for plant development where each plant requires different nutrients. Nutrient Film Technique (NFT) is a technique that is often used in hydroponic cultivation. Because in this method the circulation of nutrients contained in the water will always flow through the plant at any time. So that plant growth is faster, because plants get oxygen and nutrients all the time. The NFT technique is said to be an energy-intensive technique, because the water pump will run continuously and still use human power. From these problems, a technological innovation is needed to help overcome the existing problems. Advances and developments in IoT technology can facilitate various kinds of work, including controlling hydroponic systems, so that plant care can be carried out remotely and at any time. Information system is a technology that can be used as remote plant monitoring. Information will be obtained through monitoring devices that will be sent to the information system. The method used in this research activity is linear regression method. This method can determine the nutritional valve opening the next day, so that nutrition can be monitored using the system. From the results of linear regression calculations, it was found that the length of time the valve was open on the 15th day was 28.57 seconds for nutrients A and B. So with these values a linear regression value can be applied that can be applied in an information system for monitoring hydroponic water spinach plant nutrition.

Keywords: Linear Regression, Forecasting, Hydroponics, Information Systems, Internet of Things

Abstrak: Hidroponik adalah budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah. Bunga, herbal, dan sayuran hidroponik ditanam di media tanam yang lembab dan disuplai dengan larutan kaya nutrisi, oksigen, dan air. Dalam penerapan hidroponik nutrisi merupakan suatu kebutuhan yang harus selalu terpenuhi untuk perkembangan tanaman dimana setiap tanaman membutuhkan nutrisi yang berbeda. Nutrient Film Technique (NFT) merupakan salah satu teknik yang sering digunakan dalam budidaya tanaman hidroponik. Karena pada metode ini sirkulasi nutrisi yang terdapat pada air akan selalu mengalir melewati tanaman setiap saat. Sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat, karena tanaman memperoleh oksigen dan nutrisi setiap saat. Teknik NFT dikatakan sebagai teknik yang boros energi, karena pompa air akan menyala secara terus menerus serta masih menggunakan tenaga manusia. Dari permasalahan tersebut, diperlukan sebuah ino-

Sitasi: Wibowo, N. S.; Aziziah, M.; Wiryawan, I Gede; dan Rosdiana, E. (2022). Implementasi Metode Regresi Linier Pada Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Kangkung. JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia, 4(1), 13-24.

<https://doi.org/10.35746/jtim.v4i1.186>



Copyright: © 2022 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

vasi teknologi untuk membantu dalam mengatasi masalah yang ada. Kemajuan dan perkembangan teknologi IoT ini dapat memudahkan berbagai macam pekerjaan, termasuk dalam pengendalian sistem hidroponik, sehingga perawatan tanaman dapat dilakukan dari jarak jauh dan setiap waktu. Sistem informasi merupakan sebuah teknologi yang dapat digunakan sebagai monitoring tanaman jarak jauh. Informasi akan didapatkan melalui perangkat monitoring yang akan dikirimkan ke sistem informasi. Metode yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah metode regresi linear. Metode ini dapat menentukan bukaan valve bukaan nutrisi dihari berikutnya, sehingga pemberian nutrisi dapat di monitoring menggunakan sistem. Dari hasil perhitungan regresi linear diperoleh bahwa lama valve terbuka di hari ke - 15 adalah sebesar 28,57 detik untuk nutrisi A dan B. Sehingga dengan nilai tersebut dapat diterapkan sebuah nilai regresi linear ke dalam sebuah sistem informasi monitoring nutrisi tanaman hidroponik kangkung.

Kata kunci: Regresi Linier, Peramalan, Hidroponik, Sistem Informasi, Internet of Things

1. Pendahuluan

Kebutuhan pangan bagi manusia seperti sayuran dan buah-buahan semakin meningkat dengan seiring perkembangan jumlah penduduk. Namun hal tersebut tidak dibarengi dengan pertumbuhan lahan pertanian yang justru semakin sempit. Jangankan di kota-kota besar, dilingkup sentra pertanian alih fungsi lahan menjadi pemukiman sudah tidak dapat terelakkan lagi. Sehingga sistem hidroponik yang paling tepat untuk model usaha pertanian, sebagai salah satu solusi yang patut dipertimbangkan untuk mengatasi masalah pangan. Semua jenis tanaman bisa ditanam dengan sistem pertanian hidroponik, namun biasanya masyarakat banyak yang menanam tanaman semusim. Dengan adanya kondisi lahan pertanian yang semakin sempit ini, maka salah satu solusi yang dapat diambil adalah dengan melakukan penanaman tanaman dengan menggunakan sistem hidroponik.

Hidroponik adalah budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah. Bunga, herbal, dan sayuran hidroponik ditanam di media tanam yang lembap dan disuplai dengan larutan kaya nutrisi, oksigen, dan air. Dalam penerapan hidroponik nutrisi merupakan suatu kebutuhan yang harus selalu terpenuhi untuk perkembangan tanaman, setiap tanaman membutuhkan nutrisi yang berbeda, contohnya pada tanaman kangkung membutuhkan nutrisi antara 1000 – 1400 PPM, dan tanaman selada membutuhkan nutrisi 560 – 840 PPM [1][2]. Nutrient Film Technique (NFT) merupakan salah satu teknik yang sering di gunakan dalam budidaya tanaman hidroponik [3]. Karena pada metode ini sirkulasi nutrisi yang terdapat pada air akan selalu mengalir melewati tanaman setiap saat. Sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat, karena tanaman memperoleh oksigen dan nutrisi setiap saat.

Teknik NFT dikatakan sebagai teknik yang boros energi, karena pompa air akan menyala secara terus menerus. Dan masih menggunakan tenaga manusia dalam pemberian nutrisi A dan B, tanpa adanya campur tangan dari teknologi. Untuk mempermudah dalam pekerjaan, manusia tidak berhenti menciptakan inovasi. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini adalah Internet of Things (IoT) [4][5][6]. Dengan adanya teknologi IoT ini semua pekerjaan manusia dapat dilakukan dengan cepat, hanya mengandalkan jaringan internet saja. IoT dapat diartikan sebagai komunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lain menggunakan internet. Kemajuan teknologi IoT ini dapat memudahkan berbagai macam pekerjaan, termasuk dalam pengendalian sistem hidroponik, sehingga perawatan tanaman dapat dilakukan dari jarak jauh dan setiap waktu.

Jika salah dalam pemberian nutrisi maka akan berakibat fatal pada tanaman, contoh apabila kurang dalam memberi nutrisi maka tanaman tidak akan tumbuh dengan baik, bahkan bisa saja mati. Begitu juga sebaliknya jika tanaman terlalu banyak nutrisi maka

tanaman tersebut akan mengalami keracunan nutrisi [7][8][9]. Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan serta banyaknya permasalahan yang timbul pada petani hidroponik, maka penyusun tertarik untuk membuat sistem informasi yang dapat memonitoring dan memprediksi bukaan valve nutrisi. Penyusun memilih menggunakan metode regresi linear untuk menentukan atau memprediksi lama bukaan valve nutrisi dihari berikutnya [10][1]. Dengan harapan nutrisi tanaman kangkung dapat terpenuhi. Dengan adanya teknologi ini diharapkan dapat membantu petani dalam memaksimalkan hasil panen dari sayuran kangkung hidroponik dengan kualitas yang lebih baik..

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2021 sampai dengan Desember 2021 di kelompok tani tanaman hidroponik kangkung Kabupaten Jember serta Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember. Adapun bahan dan peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perangkat Keras Penelitian

No	Jenis	Spesifikasi
1.	solder	solder 40 watt
2.	timah solder	-
3.	penggaris	penggaris 30cm
4.	obeng	plus (+) dan minus (-)
5.	tang	tang japit
6.	mur dan baut	-
7.	laptop	acer intel core i3, ram 4gb, ssd 1tb
8.	gergaji	gergaji besi
9.	cutter	-

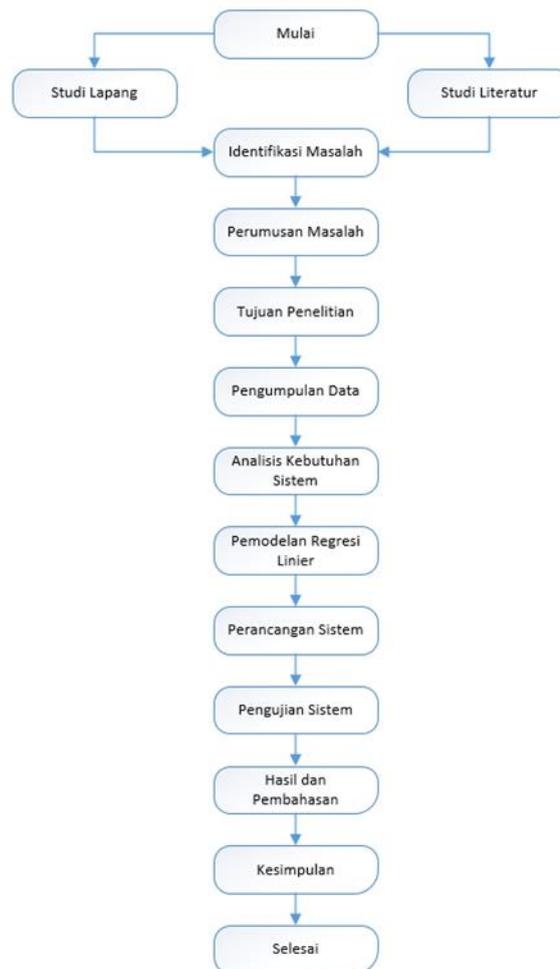
Tabel 2. Perangkat Lunak Penelitian

No	Jenis	Spesifikasi
1.	sistem operasi	windows 10
2.	aplikasi microsoft	microsoft 2010
3.	aplikasi pemrograman mikrokontroler	arduino ide
4.	aplikasi gambar editor	corel draw x7
5.	aplikasi flowchart	yed
6.	aplikasi simulasi rangkaian	fritzing
7.	aplikasi database	mysql
8.	aplikasi editor web	visual studio code

Tabel 3. Bahan Penelitian

No	Jenis	Jumlah
1.	nodemcu	1 buah
2.	sensor tds	1 buah
3.	sensor water flow	2 buah
4.	kabel jumper	secukupnya
5.	project board	1 buah
6.	power supply	1 buah
7.	lcd 16x2	1 buah
8.	kertas karton tebal	secukupnya
9.	peristaltic pump	2 buah

Gambar 1 dibawah ini menunjukkan tahapan dalam kegiatan penelitian yang dilakukan [1][10]. Kegiatan penelitian ini diawali dari tahapan studi lapang dan studi pustaka, melakukan identifikasi permasalahan, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data, kemudian melakukan analisis kebutuhan sistem, pemodelan regresi linear, selanjutnya pengujian sistem, hasil dan pembahasan, dan terakhir membuat kesimpulan.



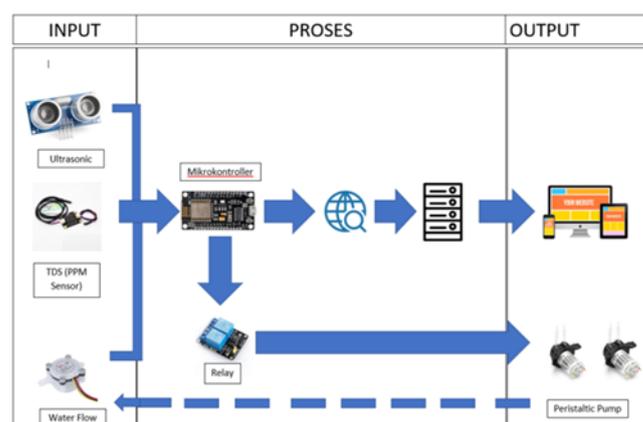
Gambar 1. Metodologi Penelitian

- 1). Studi Lapang merupakan tahapan awal dalam kegiatan penelitian, dimana pada tahap ini data dan informasi diambil dari para petani tanaman hidroponik kangkung di Kabupaten Jember, Jawa Timur.
- 2). Berikutnya adalah melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mencari informasi untuk mendukung penelitian yang dilakukan. Studi literatur berasal dari jurnal, buku teks, laporan penelitian, internet, dan literatur lainnya yang berkaitan dengan teori peramalan, regresi linier, serta sistem informasi.
- 3). Identifikasi dan Perumusan Masalah merupakan tahap penelitian selanjutnya. Masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana menerapkan sebuah metode regresi linier dalam rancang bangun sistem informasi monitoring nutrisi pada tanaman hidroponik kangkung.

- 4). Tahapan selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini yaitu membuat sebuah nilai regresi linier yang nantinya dapat digunakan untuk pengembangan sebuah aplikasi sistem informasi.
- 5). Berikutnya adalah melakukan pengumpulan data. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya adalah data tanaman hidroponik kangkung, data nutrisi tanaman hidroponik kangkung, data PPM tanaman hidroponik kangkung, serta data-data pengguna sistem informasi monitoring.
- 6). Langkah selanjutnya setelah data-data berhasil dikumpulkan yaitu melakukan analisis atas kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Dalam hal ini adalah menganalisis kebutuhan sistem informasi monitoring nutrisi pada tanaman hidroponik kangkung. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah efisien dan sesuai standar tertentu sehingga data yang dihasilkan dapat dioalah.
- 7). Pemodelan Regresi Linier merupakan tahapan selanjutnya dimana dari data-data yang telah berhasil dikumpulkan dilakukan penerapan metode regresi linier. Tahap ini dilakukan untuk menemukan model regresi linier yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan sistem.
- 8). Dari nilai regresi linier yang telah berhasil diperoleh akan dilakukan pengujian dengan tujuan agar kecacatan dan kesalahan dapat diketahui sedini mungkin, sehingga dapat segera diperbaiki.
- 9). Tahap selanjutnya adalah melakukan hasil dan pembahasan dari kegiatan penelitian ini. Kegiatan ini merupakan pembahasan atas hasil pemodelan dari penggunaan metode regresi linier dalam rancang bangun sistem informasi monitoring nutrisi tanaman hidroponik kangkung.
- 10). Langkah terakhir adalah menarik kesimpulan dari proses penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan digunakan sebagai dasar untuk menjawab tujuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

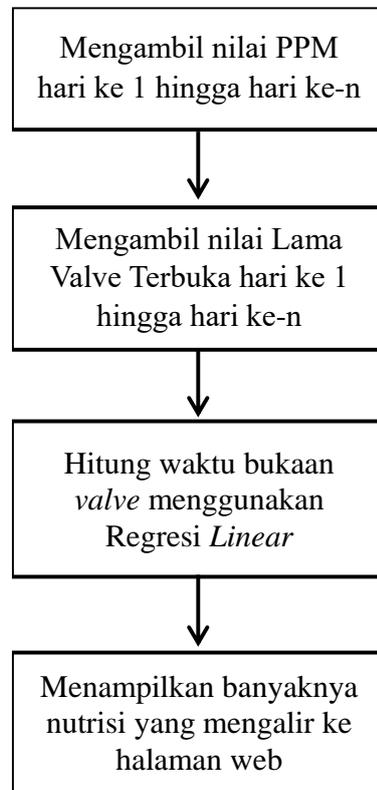
Hasil dari pengumpulan data serta analisis kebutuhan sistem dapat dibuat sebuah diagram blok dari sistem yang akan dikembangkan. Blok diagram ini berfungsi untuk mempermudah dalam merancang alat [10][1][11]. Adapaun diagram blok peralatan monitoring sistemnya dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Blok Penambahan Nutrisi Hidroponik

Pada Gambar 2 tersebut diatas terdapat 3 input yaitu sensor ultrasonic, sensor TDS, dan sensor waterflow. Dari 3 input tersebut nantinya akan masuk ke dalam mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Data dari sensor ultrasonic hanya akan menampilkan ketinggian air pada tandon campur (monitoring) sedangkan data dari 2 sensor input

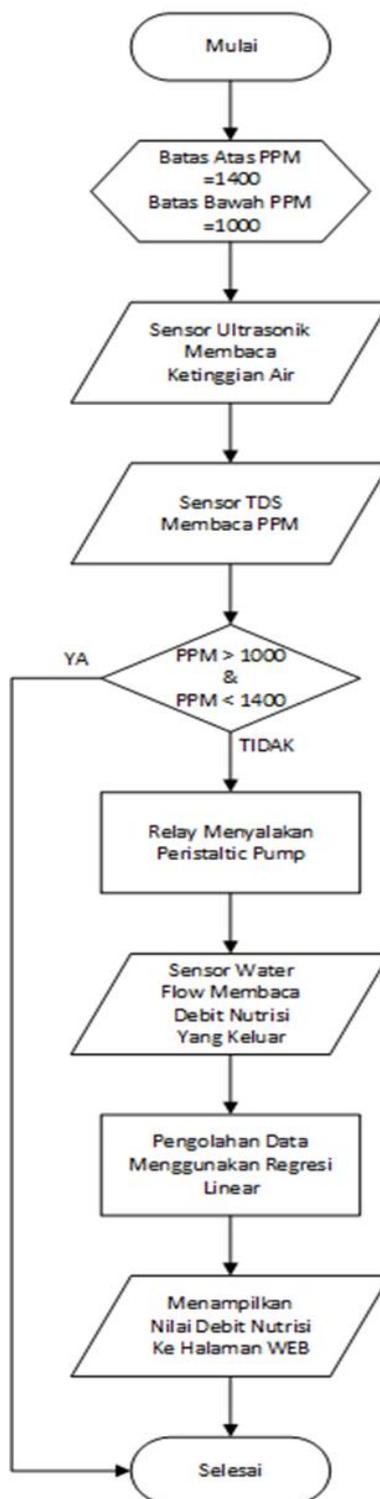
yang lain akan dihitung menggunakan metode Regresi Linear. Regresi Linier ini digunakan untuk menentukan lama bukaan valve yang diperlukan. Setelah lama bukaan valve diketahui maka mikrokontroller akan menginstruksikan relay untuk menyalakan peristaltic pump, dan aliran dari peristaltic pump akan terbaca oleh waterflow sensor, yang kemudian akan diketahui oleh petani hidroponik sebagai user [9][12][13][14]



Gambar 3. Blok Diagram Regresi Linear

Pada Gambar 3 menunjukkan alur dari proses peramalan menggunakan metode regresi linear yang diawali dengan mengambil nilai PPM hari ke 1 hingga hari ke-n, kemudian mengambil nilai Lama Valve Terbuka hari ke-1 hingga hari ke-n, kemudian selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus regresi linear. Hari ke-n di sini merupakan hari kemarin dari hari ini.

Untuk Flowchart dari sistem dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Flowchart Penambahan Nutrisi Hidroponik

Berikut ini adalah riwayat penambahan nutrisi dari salah satu petani hidroponik dalam kurun waktu dua minggu.

Tabel 4. Data PPM

Hari	PPM Terkini	Lama Valve Terbuka (detik)	Hasil PPM
1	0	72	1000
2	877	18	1130
3	894	18	1150
4	766	36	1280
5	854	36	1360
6	966	18	1220
7	1008	18	1258
8	799	36	1299
9	979	18	1299
10	728	36	1228
11	1123	18	1375
12	854	36	1355
13	955	18	1214
14	837	36	1350
15	850	?	?

Dari tabel tersebut diatas kemudian dilakukan perhitungan regresi linear untuk mengetahui peramalan lama valve nutrisi yang akan terbuka pada hari berikutnya. Berdasarkan tabel tersebut diatas, maka sistem akan mengambil nilai ppm terkini kemudian akan memulai perhitungan di bawah ini:

Tabel 4. Data PPM

X	Y
0	72
877	18
894	18
766	36
854	36
966	18
1008	18
799	36
979	18
728	36
1123	18
854	36
955	18
837	36

X = PPM Terkini

Y = Lama Valve Terbuka

Dari data di atas akan dihitung terlebih dahulu $\sum X$, $\sum Y$, $\sum X^2$ dan $\sum XY$

Tabel 4. Data PPM untuk Mencari Koefisien

No.	X	Y	x ²	XY
1	0	72	0	0
2	877	18	769129	15786

No.	X	Y	x ²	XY
3	894	18	799236	16092
4	766	36	586756	27576
5	854	36	729316	30744
6	966	18	933156	17388
7	1008	18	1016064	18144
8	799	36	638401	28764
9	979	18	958441	17622
10	728	36	529984	26208
11	1123	18	1261129	20214
12	854	36	729316	30744
13	955	18	912025	17190
14	837	36	700569	30132
Total	11640	414	10563522	296604

Kemudian mencari koefisien a dan b

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (1)$$

$$a = \frac{414 \times 10563522 - 11640 \times 296604}{14 \times 10563522 - 11640^2}$$

$$a = \frac{920827548}{12399708} = 74,26$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{14 \times 296604 - 11640 \times 414}{14 \times 10563522 - 11640^2}$$

$$b = \frac{-666504}{12399708} = -0,053$$

Setelah ditemukan koefisien a dan b , maka selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus utama regresi linier, yaitu $Y = a + bx$. Sehingga perhitungannya menjadi sebagai berikut:

Diketahui bahwa :

$$x = \text{Nilai PPM Terkini (850)}$$

$$a = 74,26$$

$$b = -0,053$$

Sehingga:

$$Y = a + bx \quad (3)$$

$$Y = 74,26 + (-0,053)850$$

$$Y = 28,57$$

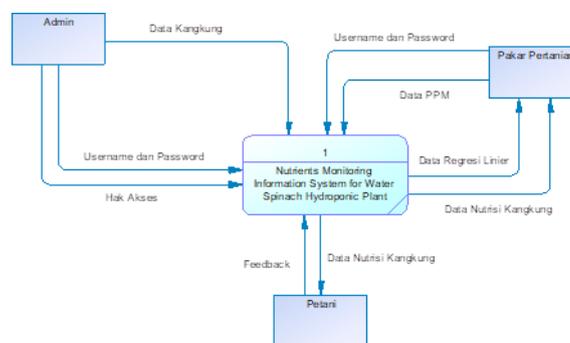
Diperoleh hasil dari perhitungan regresi linear lama valve terbuka di hari ke - 15 adalah 28,57 detik untuk nutrisi A dan B, dengan begitu sistem akan menampilkan hasil tersebut ke dalam website yang telah tersedia [6]. Dengan menggunakan rumus regresi

linier dapat diperoleh peramalan 5 hari ke depan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Data PPM Hasil Regresi Linear

Hari	PPM Terkini	Lama Valve Terbuka (detik)	Hasil PPM
1	0	72	1000
2	877	18	1130
3	894	18	1150
4	766	36	1280
5	854	36	1360
6	966	18	1220
7	1008	18	1258
8	799	36	1299
9	979	18	1299
10	728	36	1228
11	1123	18	1375
12	854	36	1355
13	955	18	1214
14	837	36	1350
15	850	28,57	1370
16	840	29,74	1359
17	875	27,89	1410
18	832	30,16	1365
19	846	29,42	1381
20	892	26,98	1412

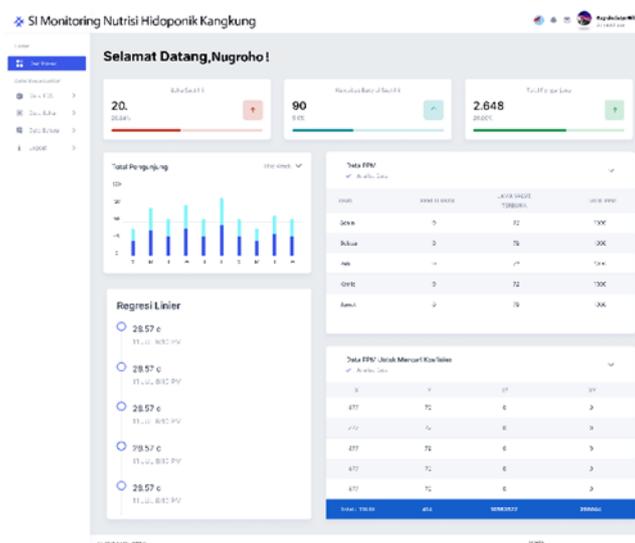
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode regresi linier tersebut dapat dibuat sebuah rancangan system informasi monitoring nutrisi pada tanaman hidroponik kangkung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 [5]. Perancangan system informasi ini dibuat dengan menggunakan software Power Designer.



Gambar 5. Diagram Konteks Sistem Informasi Nutrisi Kangkung

Gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat tiga entitas pada system informasi monitoring nutrisi pada tanaman hidroponik kangkung, yaitu admin, pakar dalam bidang peratnian khususnya tanaman hidroponik kangkung, dan masyarakat aumum atau petani pengguna system ini. Pada entitas admin dapat melakukan login ke dalam system yang kemudian selanjutnya dapat menambahkan user dan hak akses kepada pakar pertanian. Admin juga dapat menambahkan data-data tanaman kangkung sebagai data awal dalam system informasi ini. Entitas pakar pertanian dapat melakukan input data nutrisi tanaman kangkung, serta dapat melihat hasil regresi linier yang dihasilkan oleh system dan juga dapat melihat hasil perkembangan nutrisi tanaman kangkung. Entitas berikutnya adalah masyarakat umum atau petani yang dapat melihat hasil perkembangan nutrisi tanaman kangkung. Dengan adanya system informasi monitoring nutrisi tanaman kangkung ini, maka masyarakat umum khususnya petani dapat melakukan pemantauan terhadap tanaman hidroponik kangkungnya [7][15].

Dari diagram konteks tersebut diatas dapat dibuat sebuah desain system informasi monitoring nutrisi tanaman hidroponik kangkung seperti terlihat pada Gambar 6 dibawah ini. Dengan adanya system informasi monitoring ini akan memudahkan petani maupun masyarakat umum dalam melakukan pemantauan dan monitoring nutrisi terhadap tanaman hidroponik kangkung.



Gambar 6. Desain Interface Sistem Informasi Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Kangkung

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan regresi linear diperoleh bahwa lama valve terbuka di hari ke - 15 adalah sebesar 28,57 detik untuk nutrisi A dan B. Sehingga dengan nilai tersebut dapat diterapkan sebuah nilai regresi linear yang dapat diterapkan dalam sebuah sistem informasi monitoring nutrisi tanaman hidroponik kangkung. Dari sistem informasi yang dikembangkan akan dapat memudahkan pihak pengguna khususnya petani dalam melakukan pemantauan nutrisi pada tanaman hidroponiknya. Untuk penelitian berikutnya, sistem yang dikembangkan tidak hanya berbasis web, namun dapat dikembangkan sebuah sistem dengan menggunakan mobile platform.

Referensi

- [1] D. Ardytha Luthfiarta, Aris Febriyanto, "Analisa Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembaban, Tekanan Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda," *J. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 1, 2019.
- [2] A. K. Ibadarrohman, Nur Sultan Salahuddin, *Sistem Kontrol dan Monitoring Hidroponik berbasis Android*. Konferensi Nasional Sistem Informasi. Konferensi Nasional Sistem Informasi. Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi. Universitas Gunadarma, 2018.
- [3] A. A. N. G. S. I W Sutrisna Putra, Kadek Amerta Yasa, "Sistem Kontrol Otomatis Kepekatan Air Nutrisi Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT)," 2021.
- [4] I. G. A. P. R. A. Lindu Pamungkas, Pratolo Rahardjo, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft (Nurtient Film Tehnique) Berbasis IoT," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [5] K. S. W. Putu Denanta Bayuguna Perteka, I Nyoman Piarsa, "Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things," *J. Ilm. Merpati*, vol. 8, no. 3, 2020.
- [6] M. R. Rahmad Doni, "Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [7] M. S. Z. Nur Fuad Ahmad, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Ph Nutrisi Pada Hidroponik Sitem Nutrient Film Technique (NFT) Menggunakan Pengendali PID Berbasis Arduino Uno*. Progam Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, 2016.
- [8] I. Nurpriyanti, "Otomatisasi Sensor Dht11 Sebagai Sensor Suhu Dan Kelembapan) Pada Hidroponik Berbasis Arduino Uno R3 Untuk Tanaman Kangkung," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [9] W. S. Dewi Ratna Wati, *Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino*. Teknik Komputer, Sekolah Vokasi, IPB University, 2021.
- [10] J. P. Anthonius, Charles Calvin King Luise, "Implementasi Regresi Linear Untuk Memprediksi Hasil Impor Jumlah Barang Konsumsi Tahun 2021-2036," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [11] D. S. Adi Prayitno Wahyu, Adharul Muttaqin, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Blynk Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, 2017.
- [12] W. S. P. Ahmad Yanuar Hadi Putra, "Sistem Kontrol Otomatis Ph Larutan Nutrisi Tanaman Bayam Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique)," *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 2, no. 4, 2017.
- [13] D. P. dan A. Yulianto, "Implementasi Fuzzy Logic Controller Untuk Mengatur Ph Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [14] M. R. K. Ghani Gumilang Heliadi, "Monitoring Dan Kontrol Nutrisi Pada Sistem Hidroponik NFT Berbasis Konduktivitas Elektrik," 2018.
- [15] H. A. L. Anri Kurniawan, *Sistem Kontrol Nutrisi Floating Hydroponic System Kangkung (Ipomea Reptans) Menggunakan Internet of Things Berbasis Telegram*. Purwokerto: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, 2020.