

Prediksi Produksi Tanaman Perkebunan Kelapa Sawit di Pulau Sumatera Tahun 2023 dengan Algoritma Bayesian Regulation

Elfin Efendi^{1*}, Surya Fajri², S Safruddin³, Azwar Anas Manurung⁴, Lokot Ridwan⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Pertanian, Program Studi Agroteknologi, Universitas Asahan, Kisaran, Indonesia

E-mail: ^{1*}elfinsuher@yahoo.co.id, ²bankfajri@gmail.com,
³safruddin67@gmail.com, ⁴anasazwar63@yahoo.com,
⁵lokotridwan36@gmail.com

Abstract

Palm oil production has an essential role in the regional and national economy. Accurate and reliable predictions are fundamental in planning and decision-making in the oil palm plantation sector. This study aims to predict the production of oil palm plantations on the island of Sumatra in 2023 using the Bayesian Regulation algorithm. This method was chosen because it combines historical data and new information and considers the risk factors that affect palm oil production. Historical data on palm oil production on the island of Sumatra were obtained from the Central Bureau of Statistics and analyzed using the Bayesian Regulation algorithm. The oil palm production prediction model is evaluated using accuracy and prediction error metrics. The research results are expected to provide reliable and accurate predictions for palm oil production on the island of Sumatra in 2023. This research produces a reasonably high accuracy rate of 90% (10% margin of error) and a trim MSE level of 0.00388775674 with a target error of 0.009. The research results predict that palm oil production on the island of Sumatra will decrease compared to previous years (2018-2022). This prediction provides more precise insights to stakeholders such as farmers, producers, government and industry players in production planning, resource management, budget allocation and effective decision-making. This research also has the potential to contribute to the development of science, especially the development of more sophisticated and efficient prediction methods, both for palm oil production and other plantation sectors, using the Bayesian Regulation method.

Keywords: Prediction, Production, Palm Oil, Sumatra, Bayesian Regulation

Abstrak

Produksi kelapa sawit memiliki peran penting dalam ekonomi regional dan nasional. Prediksi yang akurat dan dapat diandalkan sangat penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan di sektor perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi produksi tanaman perkebunan kelapa sawit di Pulau Sumatera pada tahun 2023 menggunakan algoritma Bayesian Regulation. Metode ini dipilih karena kemampuannya menggabungkan data historis dan informasi baru, serta mempertimbangkan faktor risiko yang mempengaruhi produksi kelapa sawit. Data historis produksi kelapa sawit di Pulau Sumatera diperoleh dari Badan Pusat Statistik dan dianalisis menggunakan algoritma Bayesian Regulation. Model prediksi produksi kelapa sawit dievaluasi dengan menggunakan metrik seperti tingkat akurasi dan kesalahan prediksi. Hasil penelitian diharapkan memberikan prediksi yang handal dan akurat untuk produksi kelapa sawit di Pulau Sumatera pada tahun 2023. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi yakni 90% (Margin error 10%) dan tingkat MSE yang kecil sebesar 0,00388775674 dengan target error 0,009. Berdasarkan hasil penelitian, produksi kelapa sawit di pulau Sumatera di prediksi akan menurun jika dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (2018-2022). Prediksi ini memberikan wawasan

yang lebih jelas kepada pemangku kepentingan seperti petani, produsen, pemerintah, dan pelaku industri dalam perencanaan produksi, pengelolaan sumber daya, alokasi anggaran, dan pengambilan keputusan yang efektif. Penelitian ini juga berpotensi sebagai kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pengembangan metode prediksi yang lebih canggih dan efisien, baik untuk produksi kelapa sawit maupun sektor perkebunan lainnya dengan menggunakan metode Bayesian Regulation.

Kata Kunci: *Prediksi, Produksi, Kelapa Sawit, Sumatera, Bayesian Regulation*

1. Pendahuluan

Tanaman perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu komoditas yang penting di Indonesia, khususnya di Pulau Sumatera [1]. Produksi kelapa sawit memiliki dampak signifikan terhadap ekonomi regional dan nasional [2]. Oleh karena itu, penting untuk melakukan prediksi produksi kelapa sawit dengan akurasi tinggi agar dapat membantu para pemangku kepentingan dalam perencanaan, pengelolaan, dan pengambilan keputusan yang efektif di sektor perkebunan kelapa sawit. Namun, prediksi produksi kelapa sawit tidaklah mudah karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti iklim, kondisi tanah, serta faktor-faktor sosial dan ekonomi. Oleh karena itu, penggunaan metode yang canggih dan efektif dalam meramalkan produksi kelapa sawit sangat penting. Salah satu metode yang menjanjikan adalah algoritma Bayesian Regulation, yang mampu memperhitungkan faktor-faktor tersebut dan memberikan prediksi yang lebih akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan algoritma Bayesian Regulation dalam memprediksi produksi tanaman perkebunan kelapa sawit di Pulau Sumatera untuk tahun 2023. Dengan menggunakan pendekatan ini, diharapkan dapat memberikan prediksi yang lebih handal dan akurat, serta memberikan pandangan yang lebih jelas kepada pemangku kepentingan mengenai produksi kelapa sawit di masa mendatang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam sektor perkebunan kelapa sawit. Prediksi yang akurat dan dapat diandalkan akan membantu para petani, produsen, pemerintah, dan pelaku industri dalam melakukan perencanaan, pengelolaan sumber daya, alokasi anggaran, dan pengambilan keputusan yang efektif. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam pengembangan metode prediksi produksi tanaman perkebunan kelapa sawit yang lebih canggih dan efisien.

Penelitian ini akan menggunakan data historis produksi kelapa sawit di Pulau Sumatera, serta data iklim, kondisi tanah, dan faktor sosial-ekonomi terkait. Data ini akan diolah dan dianalisis menggunakan algoritma Bayesian Regulation untuk menghasilkan model prediksi produksi kelapa sawit di tahun 2023. Model tersebut akan dievaluasi menggunakan metrik yang relevan, seperti tingkat akurasi dan kesalahan prediksi, untuk memastikan kehandalan dan validitasnya. Dalam penelitian ini, fokus diberikan pada Pulau Sumatera sebagai lokasi studi karena Pulau Sumatera merupakan salah satu daerah dengan produksi kelapa sawit yang signifikan di Indonesia. Prediksi produksi kelapa sawit yang akurat di wilayah ini akan membantu dalam perencanaan produksi, pengelolaan sumber daya, dan pengambilan keputusan strategis untuk pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan di daerah tersebut.

Selain itu, pemilihan algoritma Bayesian Regulation sebagai metode prediksi adalah karena keunggulannya dalam menggabungkan data historis dengan informasi baru untuk menghasilkan estimasi yang lebih baik. Algoritma Bayesian Regulation mampu menyesuaikan estimasi berdasarkan faktor-faktor risiko yang terkait dengan produksi kelapa sawit, seperti fluktuasi cuaca, perubahan harga komoditas, dan kebijakan industri. Pada akhir penelitian, diharapkan dapat menghasilkan model prediksi yang valid dan dapat dipercaya untuk produksi kelapa sawit di Pulau Sumatera pada tahun 2023. Hasil prediksi ini akan memberikan wawasan yang berharga kepada para pemangku kepentingan, seperti petani, produsen kelapa sawit, perusahaan perkebunan, dan

pemerintah daerah, sehingga mereka dapat mengambil keputusan yang lebih baik dalam perencanaan produksi, pengelolaan risiko, dan alokasi sumber daya.

Beberapa penelitian terdahulu terkait topik penelitian ini diantaranya: penelitian yang dilakukan oleh (Teuku Afriliansyah, et al., 2019) untuk memprediksi Tingkat Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil di Indonesia menggunakan algoritma Bayesian Regulation. Penelitian ini menggunakan 3 model arsitektur yaitu: 5-10-20-1, 5-15-30-1 dan 5-20-40-1. Model arsitektur terbaik adalah 5-10-20-1, menghasilkan akurasi 83%, MSE 0.0031434897 dengan target *error* 0,05 [3]. Celah dari penelitian ini adalah nilai akurasi yang belum terlalu tinggi dan masih bisa ditingkatkan lagi. Target *error* juga masih bisa lebih diperkecil. Penelitian yang dilakukan oleh (Venny Vidya utari, et al., 2021) untuk memprediksi hasil prediksi produksi kelapa sawit di PTPN IV Bah Jambi menggunakan algoritma Backpropagation. Penelitian ini menggunakan 5 model arsitektur yaitu 2-21-1, 2-22-1, 2-24-1, 2-26-1 dan 2-28-1. Pada penelitian tersebut model 2-22-1 terpilih sebagai arsitektur terbaik dengan tingkat akurasi sebesar 83,3% dan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 0,02933835 [4]. Celah dari penelitian ini adalah nilai akurasi yang belum terlalu tinggi dan masih bisa ditingkatkan lagi. MSE juga masih bisa lebih diperkecil. Berikutnya Penelitian yang dilakukan oleh (Ratih Puspadini, Anjar Wanto, Nur Arminarahmah., 2022) untuk melakukan Peramalan Usia Penduduk di Beberapa Negara Asia menggunakan algoritma Bayesian Regulation. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, dengan menggunakan teknik Cyclical order. Penelitian sebelumnya menggunakan 5 model arsitektur (3-5-1, 3-8-1, 3-10-1, 3-5-8-1 dan 3-5-10-1), dengan model terbaik 3-5-10-1 yang menghasilkan akurasi sebesar 97%, MSE 0.0008358919 dengan target kesalahan (*error*) 0,03. Sedangkan penelitian yang dilakukan ini cukup menggunakan 3 model arsitektur yang telah dimodifikasi (2-5-1, 2-10-1 dan 2-5-10-1), dengan model terbaik adalah 2-5-1. Hasilnya bahwa penelitian ini lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya. Tolak ukurnya dilihat dari target kesalahan yang lebih kecil (0,02), akurasi lebih baik (100%) [5]. Sedangkan pada penelitian ini celah yang dapat dilihat adalah target kesalahan yang juga masih bisa lebih diperkecil. Karena semakin kecil nilai kesalahan, maka hasilnya akan semakin baik.

Penelitian-penelitian terkait ini lah yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian untuk Prediksi Produksi Tanaman Perkebunan Kelapa Sawit di Pulau Sumatera Tahun 2023. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang prediksi produksi tanaman perkebunan menggunakan metode Bayesian Regulation. Temuan dan metodologi yang ditemukan dalam penelitian ini dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam memperbaiki model prediksi dan memperluas penggunaan algoritma Bayesian Regulation dalam konteks perkebunan kelapa sawit atau bahkan di sektor perkebunan lainnya. Dengan memanfaatkan teknologi dan pengetahuan yang ada, diharapkan penelitian ini akan membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor perkebunan kelapa sawit di Pulau Sumatera, serta memberikan sumbangan positif bagi pengembangan dan pertumbuhan ekonomi regional serta kesejahteraan petani dan masyarakat terkait.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan metode kuantitatif. Data penelitian berupa data Produksi Tanaman Perkebunan Kelapa Sawit (Ribuan Ton) di pulau Sumatera tahun 2013-2021 yang disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Produksi Perkebunan Kelapa Sawit (Ribuan Ton) di Pulau Sumatera

No	Provinsi	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Aceh	817,53	945,60	896,30	732,70	867,30	1.037,40	1.133,30	1.134,60	1.036,10
2	Sumatera Utara	4.549,20	4.870,20	5.193,10	3.983,70	4.852,00	5.737,30	5.647,30	5.776,80	5.310,90
3	Sumatera Barat	1.022,33	924,80	926,60	1.183,10	1.209,20	1.248,30	1.253,40	1.312,30	1.352,00

No	Provinsi	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4	Riau	6.647,00	6.993,20	8.059,80	7.668,10	7.591,20	8.496,00	9.512,90	9.984,30	8.629,10
5	Jambi	1.749,62	1.773,70	1.794,90	1.435,10	1.783,00	2.691,30	2.884,40	3.022,60	2.575,10
6	Sumatera Selatan	2.690,62	2.791,80	2.821,90	2.929,50	2.987,00	3.793,60	4.049,20	4.267,00	3.062,40
7	Bengkulu	787,05	798,80	747,50	750,20	849,70	1.047,70	1.032,10	1.063,40	1.152,70
8	Lampung	424,05	455,90	434,30	425,90	456,00	487,20	414,20	384,90	420,70
9	Kep. Bangka Belitung	508,13	516,60	523,10	726,60	756,10	900,30	815,70	843,00	800,40
10	Kep. Riau	36,77	45,00	45,10	21,40	25,10	28,90	22,80	20,00	18,00
	Jumlah	19.232,30	20.115,60	21.442,60	19.856,30	21.376,60	25.468,00	26.765,30	27.808,90	24.357,40

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia [6]

Berdasarkan data yang dapat dilihat pada tabel 1, bahwa jumlah produksi perkebunan kelapa sawit di pulau sumatera tahun 2013 s/d 2015 mengalami kenaikan, tetapi pada tahun 2016 mengalami penurunan. Kemudian pada tahun 2017 hingga tahun 2020 tren nya kembali naik, akan tetapi di tahun 2021 turun kembali dengan jumlah yang cukup banyak yakni lebih dari 3000 ton.

2.2. Metode Bayesian Regulation

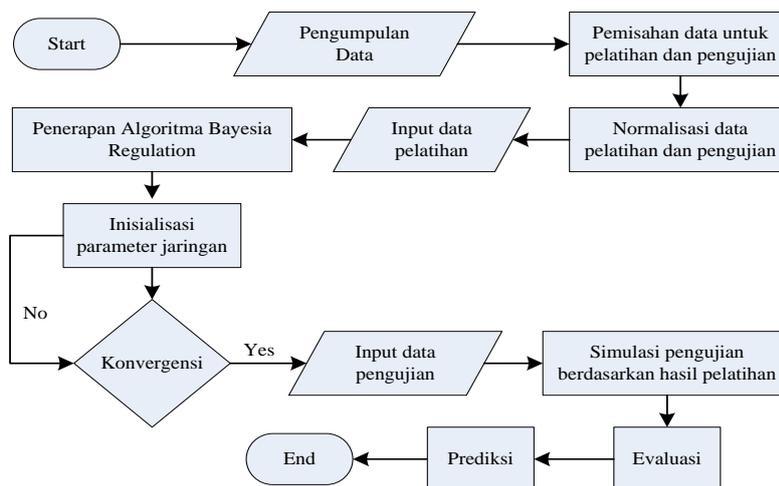
Penelitian ini menggunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *Bayesian Regulation*. Teknik ini merupakan fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui nilai bobot dan bias menurut pengoptimalan Levenberg-Marquardt. Hal ini meminimalkan kombinasi kesalahan kuadrat dan bobot, dan kemudian menentukan kombinasi yang tepat sehingga menghasilkan jaringan yang tergeneralisasi dengan baik. Proses ini disebut regularisasi Bayesian. Algoritma Bayesian Regulation dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$[net, TR] = \text{trainbr}(net, TR, \text{trainV}, \text{valV}, \text{testV}) \quad (1)$$

Keterangan :

- net = Pembentukan Jaringan Syaraf
- TR = Catatan pelatihan awal yang dibuat berdasarkan data latih
- trainV = Data pelatihan yang dibuat berdasarkan data latih
- valV = Data validasi yang dibuat berdasarkan data latih
- testV = Data uji yang dibuat berdasarkan data latih

2.3. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Gambar 1 merupakan Flowchart penelitian untuk menyelesaikan masalah Prediksi Produksi Tanaman Perkebunan Kelapa Sawit di Pulau Sumatera Tahun 2023 dengan Algoritma Bayesian Regulation.

Penjelasan:

Hal pertama yang dilakukan pada tahapan penelitian adalah dengan mengumpulkan dataset penelitian (Berdasarkan tabel 1). Langkah berikutnya memisahkan dataset penelitian menjadi 2 bagian, yakni untuk data pelatihan dan pengujian. Tahapan berikutnya melakukan normalisasi data pelatihan dan pengujian dengan menggunakan rumus persamaan (2) [7]-[13].

$$x' = \frac{0,8(x-b)}{(a-b)} + 0,1 \quad (2)$$

Penjelasan :

- x' : Data Transformasi
- x : Data yang akan di normalisasi
- a : Data paling kecil dari dataset
- b : Data paling besar dari dataset
- 0.1 / 0.8 : Nilai default Normalisasi

Selanjutnya data pelatihan yang sudah di normalisasi dimasukkan kedalam aplikasi Matlab 2011b untuk di proses, dilanjutkan dengan membuat jaringan saraf multi layer (input data pelatihan). Selanjutnya penerapan machine learning dengan teknik *Bayesian Regulation*. Pembuatan jaringan saraf multi layer ini menggunakan fungsi *tansig* dan *logsig*. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan inisialisasi parameter jaringan berdasarkan fungsi pelatihan yang digunakan (trainbr). Kemudian memasukkan perintah untuk dilakukan proses pelatihan dan melihat hasil saat performance ditemukan. Apabila hasil pelatihan mencapai konvergensi, maka akan dilanjutkan memasukkan data pengujian yang sudah di normalisasi. Tetapi jika hasil pelatihan belum mencapai konvergensi, maka kembali ke tahap inisialisasi parameter jaringan. Tahapan berikutnya dilanjutkan dengan simulasi data uji berdasarkan hasil pelatihan. Apabila semua sudah dilakukan, tahapan selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk melihat model arsitektur terbaik berdasarkan tingkat akurasi terbaik. Tahapan akhir melakukan prediksi jumlah Produksi Tanaman Perkebunan Kelapa Sawit di Pulau Sumatera Tahun 2023.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Proses Normalisasi

Berdasarkan tabel 1, data akan dibagi menjadi dua bagian (data pelatihan dan data pengujian). Data pelatihan menggunakan data tahun 2017-2019 sebagai input dan data tahun 2020 sebagai target (*output*). Sedangkan untuk data pengujian menggunakan data tahun 2018-2020 sebagai input dan data tahun 2021 sebagai target (*output*). Langkah selanjutnya melakukan normalisasi menggunakan rumus persamaan (2) yang sudah dibahas sebelumnya. Hasil normalisasi dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Normalisasi Data Training

Data	Normalisasi Produksi Tanaman Kelapa Sawit							Target (2020)
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
1	0,16403	0,17431	0,17036	0,15722	0,16803	0,18168	0,18938	0,18949
2	0,46363	0,48941	0,51533	0,41823	0,48794	0,55902	0,55180	0,56219
3	0,18047	0,17264	0,17279	0,19338	0,19548	0,19862	0,19903	0,20375
4	0,63206	0,65985	0,74549	0,71404	0,70787	0,78051	0,86215	0,90000
5	0,23887	0,24080	0,24250	0,21361	0,24155	0,31447	0,32997	0,34107
6	0,31442	0,32254	0,32496	0,33359	0,33821	0,40297	0,42349	0,44098
7	0,16158	0,16253	0,15841	0,15863	0,16661	0,18251	0,18126	0,18377
8	0,13244	0,13500	0,13326	0,13259	0,13500	0,13751	0,13165	0,12930
9	0,13919	0,13987	0,14039	0,15673	0,15910	0,17068	0,16388	0,16608
10	0,10135	0,10201	0,10202	0,10011	0,10041	0,10071	0,10022	0,10000

Tabel 3. Normalisasi Data Testing

Data	Normalisasi Tanaman Kelapa Sawit (Ribu Hektar)							Target (2021)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1	0,17446	0,17050	0,15737	0,16817	0,18183	0,18953	0,18963	0,18172
2	0,48949	0,51541	0,41833	0,48803	0,55909	0,55187	0,56226	0,52486
3	0,17279	0,17293	0,19352	0,19562	0,19876	0,19917	0,20389	0,20708
4	0,65990	0,74552	0,71408	0,70790	0,78053	0,86216	0,90000	0,79122
5	0,24093	0,24263	0,21375	0,24168	0,31459	0,33009	0,34118	0,30526
6	0,32265	0,32507	0,33371	0,33832	0,40307	0,42359	0,44107	0,34438
7	0,16268	0,15856	0,15877	0,16676	0,18265	0,18140	0,18391	0,19108
8	0,13515	0,13342	0,13274	0,13516	0,13766	0,13180	0,12945	0,13232
9	0,14002	0,14054	0,15688	0,15925	0,17082	0,16403	0,16622	0,16280
10	0,10217	0,10218	0,10027	0,10057	0,10087	0,10039	0,10016	0,10000

3.2. Model Analisis

Tidak ada pedoman yang tetap dalam algoritma Jaringan Saraf Tiruan mengenai cara menentukan model arsitektur yang tepat. Semua harus mencoba dan mencoba, berarti terus mencoba model sampai menemukan atau mendapatkan model terbaik. Dalam penelitian ini, tiga model arsitektur jaringan akan dianalisis, yaitu 7-5-1, 7-10-1, dan 7-15-1. Setiap model ini akan dilatih dan diuji menggunakan Matlab2011b.

Tabel 4. Hasil Training dan Testing dengan Model 7-5-1

Hasil Training					Hasil Testing				
DP	T	O	E	SSE	T	O	E	SSE	A
1	0,18949	0,17810	0,01139	0,00012967	0,18172	0,18150	0,00022	0,00000005	1
2	0,56219	0,56600	-0,00381	0,00001449	0,52486	0,58610	-0,06124	0,00374987	1
3	0,20375	0,19270	0,01105	0,00012220	0,20708	0,19790	0,00918	0,00008429	0
4	0,90000	0,89220	0,00780	0,00006084	0,79122	0,89560	-0,10438	0,01089573	1
5	0,34107	0,33240	0,00867	0,00007514	0,30526	0,36100	-0,05574	0,00310698	1
6	0,44098	0,45140	-0,01042	0,00010863	0,34438	0,48780	-0,14342	0,02057057	1
7	0,18377	0,17510	0,00867	0,00007519	0,19108	0,18110	0,00998	0,00009966	0
8	0,12930	0,13850	-0,00920	0,00008470	0,13232	0,13750	-0,00518	0,00002678	1
9	0,16608	0,16780	-0,00172	0,00000297	0,16280	0,17030	-0,00750	0,00005620	1
10	0,10000	0,12300	-0,02300	0,00052900	0,10000	0,12300	-0,02300	0,00052900	1
			JS	0,00120284			JS	0,03911913	80%
			MSE	0,00012028			MSE	0,00391191	

Tabel 5. Hasil Training dan Testing pada Model 4-18-1

Hasil Training					Hasil Testing				
DP	T	O	E	SSE	T	O	E	SSE	A
1	0,18949	0,17830	0,01119	0,00012516	0,18172	0,18180	-0,00008	0,00000001	1
2	0,56219	0,56600	-0,00381	0,00001449	0,52486	0,58680	-0,06194	0,00383609	1
3	0,20375	0,19310	0,01065	0,00011352	0,20708	0,19830	0,00878	0,00007710	1
4	0,90000	0,89250	0,00750	0,00005625	0,79122	0,89670	-0,10548	0,01112658	1
5	0,34107	0,33240	0,00867	0,00007514	0,30526	0,36040	-0,05514	0,00304045	1
6	0,44098	0,45130	-0,01032	0,00010656	0,34438	0,48630	-0,14192	0,02014255	1
7	0,18377	0,17530	0,00847	0,00007176	0,19108	0,18110	0,00998	0,00009966	0
8	0,12930	0,13820	-0,00890	0,00007927	0,13232	0,13710	-0,00478	0,00002280	1
9	0,16608	0,16780	-0,00172	0,00000297	0,16280	0,17010	-0,00730	0,00005324	1
10	0,10000	0,12220	-0,02220	0,00049284	0,10000	0,12210	-0,02210	0,00048841	1
			JS	0,00113796			JS	0,03888689	90%
			MSE	0,00011380			MSE	0,00388869	

Tabel 6. Hasil *Training* dan *Testing* pada Model 4-27-1

Hasil <i>Training</i>					Hasil <i>Testing</i>				
DP	T	O	E	SSE	T	O	E	SSE	A
1	0,18949	0,17840	0,01109	0,00012293	0,18172	0,18200	-0,00028	0,00000008	1
2	0,56219	0,56610	-0,00391	0,00001526	0,52486	0,58730	-0,06244	0,00389828	1
3	0,20375	0,19330	0,01045	0,00010929	0,20708	0,19830	0,00878	0,00007710	1
4	0,90000	0,89260	0,00740	0,00005476	0,79122	0,89730	-0,10608	0,01125352	1
5	0,34107	0,33250	0,00857	0,00007342	0,30526	0,36030	-0,05504	0,00302943	1
6	0,44098	0,45120	-0,01022	0,00010450	0,34438	0,48570	-0,14132	0,01997260	1
7	0,18377	0,17540	0,00837	0,00007007	0,19108	0,18120	0,00988	0,00009767	0
8	0,12930	0,13810	-0,00880	0,00007750	0,13232	0,13700	-0,00468	0,00002186	1
9	0,16608	0,16780	-0,00172	0,00000297	0,16280	0,17000	-0,00720	0,00005179	1
10	0,10000	0,12190	-0,02190	0,00047961	0,10000	0,12180	-0,02180	0,00047524	1
			JS	0,00111033			JS	0,03887757	90%
			MSE	0,00011103			MSE	0,00388776	

- DP = Data Provinsi
- T = Target
- O = Output (Keluaran)
- E = Error (Kesalahan)
- SSE = Sum Square Error
- JS = Jumlah SSE
- MSE = Mean Square Error
- A = Akurasi

Berdasarkan hasil *training* dan hasil *testing* pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- T = Didapatkan dari normalisasi berdasarkan persamaan (2), menggunakan *Microsoft Excel*
- O = Didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan *Matlab2011b*.
- E = Didapatkan dari perhitungan Target – Output
- SSE = Didapatkan dari perhitungan Error pangkat 2.
- JS = Diperoleh dari Total seluruh SSE
- MSE = Didapatkan dari jumlah SSE dibagi dengan 10 (banyak nya dataset)
- A = 1 (*true*) dan 0 (*false*). 1 (satu) didapatkan jika nilai Error <=0,009. Selain itu akan bernilai 0 (nol). 0,009 merupakan target Error yang digunakan pada penelitian ini.

3.3. Penentuan Arsitektur Terbaik

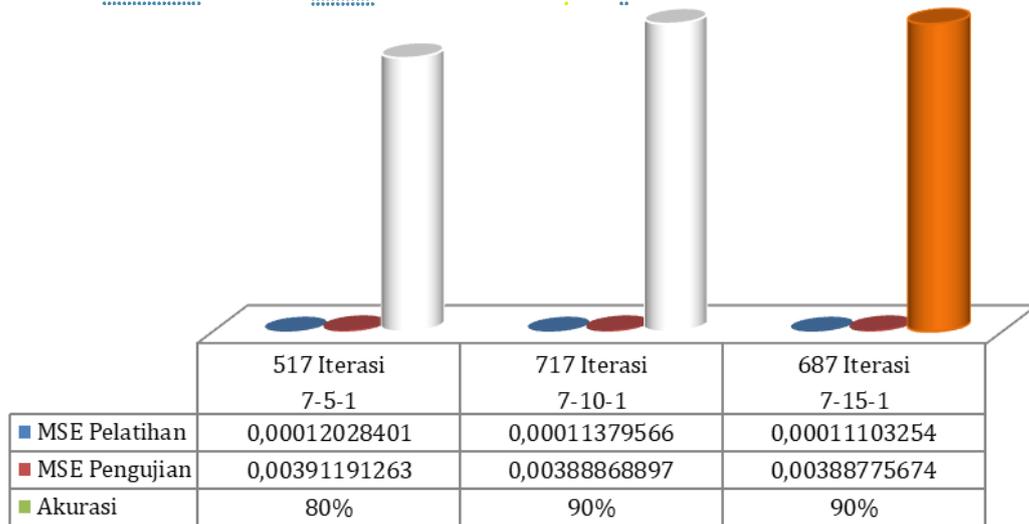
Berdasarkan penyajian hasil pelatihan dan pengujian pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6 yang merupakan hasil perhitungan dari masing-masing model arsitektur jaringan yang digunakan pada penelitian ini, maka selanjutnya dapat ditentukan model terbaik dari masing-masing model yang digunakan. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Perbandingan Model Arsitektur

Algoritma <i>Bayesian Regulation</i>					
Model	Epoch (Iterasi)	MSE Training	MSE Testing	Target Error	Akurasi
7-5-1	517 Iterasi	0,00012028401	0,00391191263	0,009	80%
7-10-1	717 Iterasi	0,00011379566	0,00388868897		90%
7-15-1	687 Iterasi	0,00011103254	0,00388775674		90%

Tabel 6 merupakan perbandingan dari masing-masing model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini. Secara garis besar model arsitektur 7-15-1 merupakan model arsitektur terbaik walaupun sama-sama memiliki tingkat akurasi 90%. Hal ini dikarenakan model tersebut menghasilkan epoch (iterasi) yang lebih kecil dibandingkan

dengan model 7-10-1, dan terutama nilai MSE (*Mean Square Error*) nya yang paling rendah dibandingkan dengan 2 (dua) model yang lain. Seperti yang perlu diketahui, bahwa semakin kecil kesalahan (*error*) maka hasilnya semakin baik.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Model Arsitektur

Gambar 3 merupakan grafik dari hasil model arsitektur yang digunakan. 3 (Tiga) model yang digunakan pada penelitian ini tidak terlalu berbeda jauh hasilnya, perbedaan terletak pada nilai akurasi dan nilai MSE (*Mean Square Error*), dan model arsitektur 7-15-1 merupakan model yang terbaik karena menghasilkan nilai MSE Testing (Pengujian) yang lebih rendah dibandingkan dua model yang lain, yakni 0,00388775674 dengan akurasi 90%. Lebih rendah 0,00002415589 dibandingkan model 7-5-1 dan 0,00000093223 dibandingkan model 7-10-1.

3.4. Prediksi Produksi Tanaman Perkebunan Kelapa Sawit

Prediksi diperoleh dan diproses berdasarkan model arsitektur terbaik, yakni model 7-15-1 dengan menggunakan rumus persamaan (3) [14]–[16].

$$\text{Prediksi} = \frac{(x-0,1)(b-a)}{0,8} + a \quad (3)$$

Penjelasan :

x = Target Prediksi

a = Data Nilai Terendah

b = Data Nilai Tertinggi

0.1 dan 0.8 = Nilai default untuk Proses Prediksi

Tabel 8. Perbandingan Produksi Kelapa Sawit Awal dan Hasil Prediksi

No	Provinsi	Produksi Sebelumnya (Ribu Ton)				Hasil Prediksi	
		2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Aceh	1.037,40	1.133,30	1.134,60	1.036,10	900,64	1.031,73
2	Sumatera Utara	5.737,30	5.647,30	5.776,80	5.310,90	5.263,24	3.879,64
3	Sumatera Barat	1.248,30	1.253,40	1.312,30	1.352,00	1.076,09	1.136,55
4	Riau	8.496,00	9.512,90	9.984,30	8.629,10	8.600,04	6.376,96
5	Jambi	2.691,30	2.884,40	3.022,60	2.575,10	2.819,84	1.920,54
6	Sumatera Selatan	3.793,60	4.049,20	4.267,00	3.062,40	4.169,63	2.581,21
7	Bengkulu	1.047,70	1.032,10	1.063,40	1.152,70	892,03	1.030,85
8	Lampung	487,20	414,20	384,90	420,70	416,26	762,17
9	Kep. Bangka Belitung	900,30	815,70	843,00	800,40	771,47	925,14
10	Kep. Riau	28,90	22,80	20,00	18,00	252,65	622,99
Jumlah		25.468,00	26.765,30	27.808,90	24.357,40	25.161,88	20.267,78

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat perbandingan antara produksi tanaman perkebunan kelapa sawit sebelumnya di pulau Sumatera (tahun 2018 hingga tahun 2021) dan berdasarkan hasil prediksi (tahun 2022 dan tahun 2023) yang secara keseluruhan tidak terlalu stabil, kendati jumlahnya tidak terlalu signifikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan, algoritma Bayesian Regulation mampu melakukan prediksi dengan cukup baik, karena memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi yakni 90% (Margin error 10%) dan tingkat MSE yang kecil sebesar 0,00388775674 dengan target error 0,009. Berdasarkan hasil penelitian, produksi kelapa sawit di pulau Sumatera di prediksi akan menurun jika dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (2018-2022). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan prediksi produksi kelapa sawit yang lebih handal dan akurat di Pulau Sumatera pada tahun 2023. Prediksi ini akan memberikan pandangan yang lebih jelas kepada pemangku kepentingan, seperti petani, produsen, pemerintah, dan pelaku industri, untuk perencanaan produksi, pengelolaan sumber daya, alokasi anggaran, dan pengambilan keputusan yang efektif. Penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dalam prediksi produksi tanaman perkebunan menggunakan metode Bayesian Regulation. Selain itu, penggunaan algoritma Bayesian Regulation dalam prediksi produksi tanaman perkebunan juga dapat diperluas untuk memperbaiki model prediksi dan mengoptimalkan hasil produksi di sektor perkebunan secara keseluruhan.

References

- [1] S. Triyana, A. Mila, F. Raymond, Nurbaiti, and W. Ina, "Perencanaan Pemerintah Dalam Peningkatan Produksi Dan Harga Kelapa Sawit Petani Di Desa Mumpa Pasca Pandemi Covid 19," *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Sosial Budaya (JPPISB)*, vol. 2, no. 1, pp. 135–139, 2023.
- [2] D. Anggraeni, "Analisis Industri Kelapa Sawit Di Kalimantan Selatan Dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan Analysis Of The Palm Oil Industry In South Kalimantan From A Sustainable Development Perspective," *MRI : Jurnal Manajemen Riset Inovasi*, vol. 1, no. 2, pp. 198–209, 2023.
- [3] T. Afriliansyah *et al.*, "Implementation of Bayesian Regulation Algorithm for Estimation of Production Index Level Micro and Small Industry," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, p. 012027, 2019.
- [4] V. V. Utari, A. Wanto, I. Gunawan, and Z. M. Nasution, "Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Bahjambi Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Journal of Computer System and Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 271–279, 2021.
- [5] R. Puspadini, A. Wanto, and N. Arminarahmah, "Penerapan ML dengan Teknik Bayesian Regulation untuk Peramalan Usia Penduduk di Beberapa Negara Asia," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 3, no. 3, pp. 147–155, 2022.
- [6] BPS, "Produksi Tanaman Perkebunan (Ribu Ton)," *BPS*, 2023. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/54/132/1/produksi-tanaman-perkebunan.html>. [Accessed: 23-Feb-2023].
- [7] P. Parulian *et al.*, "Analysis of Sequential Order Incremental Methods in Predicting the Number of Victims Affected by Disasters," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [8] I. M. Muhamad, S. A. Wardana, A. Wanto, and A. P. Windarto, "Algoritma Machine Learning untuk penentuan Model Prediksi Produksi Telur Ayam Petelur di Sumatera," *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, vol. 1, no. 4, pp. 126–134, 2022.
- [9] E. Siregar, H. Mawengkang, E. B. Nababan, and A. Wanto, "Analysis of

- Backpropagation Method with Sigmoid, Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [10] R. Sinaga, M. M. Sitomorang, D. Setiawan, A. Wanto, and A. P. Windarto, “Akurasi Algoritma Fletcher-Reeves untuk Prediksi Ekspor Karet Remah Berdasarkan Negara Tujuan Utama,” *Journal of Informatics Management and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 91–99, 2022.
- [11] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, “Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia,” *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [12] M. Mahendra, R. C. Telaumbanua, A. Wanto, and A. P. Windarto, “Akurasi Prediksi Ekspor Tanaman Obat , Aromatik dan Rempah-Rempah Menggunakan Machine Learning,” *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 207–215, 2022.
- [13] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, “Implementation of Resilient Methods to Predict Open Unemployment in Indonesia According to Higher Education Completed,” *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 163–174, Jul. 2019.
- [14] S. Setti and A. Wanto, “Analysis of Backpropagation Algorithm in Predicting the Most Number of Internet Users in the World,” *JOIN (Jurnal Online Informatika)*, vol. 3, no. 2, pp. 110–115, 2018.
- [15] S. Aisyah, Z. Zulkifli, and P. A. Cakranegara, “Penerapan Algoritma Bayesian Regulation untuk Estimasi Posisi Cadangan Devisa Indonesia,” *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 3, no. 4, pp. 205–211, 2022.
- [16] Safruddin, E. Efendi, R. M. Ch, and A. Wanto, “Pemanfaatan Algoritma BFGS Quasi-Newton untuk Melihat Potensi Perkembangan Luas Tanaman Kopi di Pulau Sumatera,” *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 7, no. 1, pp. 473–483, 2023.