

**FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS
TEBU MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANALISIS DATA PANEL**

(Studi Kasus: PT Perkebunan Nusantara VII Pada Pabrik Bungamayang
Periode Setiap 2 Minggu Pada Bulan Mei – Oktober Tahun 2016)

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

Aulia Indrawati

14 611 201

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

**FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS
TEBU MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANALISIS DATA PANEL**

(Studi Kasus: PT Perkebunan Nusantara VII Pada Pabrik Bungamayang
Periode Setiap 2 Minggu Pada Bulan Mei – Oktober Tahun 2016)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika**



Disusun Oleh:

Aulia Indrawati

14 611 201

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tebu
Menggunakan Pendekatan Analisis Data Panel (Studi Kasus:
PT Perkebunan Nusantara VII Pada Pabrik Bungamayang
Periode Setiap 2 Minggu Bulan Mei – Oktober Tahun 2016)

Nama Mahasiswa : Aulia Indrawati

Nomor Mahasiswa : 14.611.201



TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK

DIUJIKAN

Yogyakarta, 16 Maret 2018

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Akhmad Fauzy'.

(Prof. Akhmad Fauzy, S.Si., M.Si., Ph.D)

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI TEBU
MENGUNAKAN PENDEKATAN ANALISIS DATA PANEL
(Studi Kasus: PT Perkebunan Nusantara VII Pada Pabrik Bungamayang
Periode Setiap 2 Minggu Bulan Mei – Oktober Tahun 2016)

Nama Mahasiswa : Aulia Indrawati

Nomor Mahasiswa : 14 611 201

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL 16 MARET 2018

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Ir. Ali Parkhan, M.T.

2. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc

3. Prof. Akhmad Fauzy, S.Si.,
M.Si., Ph.D

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Aliwar M.Sc., Ph.D

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum warahmatullah hi wa barakatuh.

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanawataala atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tebu Menggunakan Pendekatan Analisis Data Panel**” ini dengan baik. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad Salallahualaihiwassalam beserta keluarga, sahabat, dan umatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, baik yang berupa saran, kritik, bimbingan maupun bantuan lainnya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

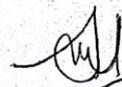
1. Bapak Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
2. Dr. RB. Fajriya Hakim, S.Si., M.Si, selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Akhmad Fauzy, S.Si, M.Si, Ph.D selaku dosen pembimbing yang sangat sabar, yang selalu mengingatkan serta membimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Dosen-Dosen di Prodi Statistika FMIPA UII yang telah membantu, membimbing dan menyalurkan ilmunya kepada penulis dari semester awal hingga sekarang.
5. Bapak dan Ibu penulis, Sumarwan dan Asnariyah orang tua yang luar biasa dan selalu memberikan doa, semangat, energi positif serta dukungan kepada penulis atas terselesaikannya tugas akhir ini.

6. Widarti Rahayu dan Nur Imani, kakak perempuan penulis yang turut mendoakan serta memberikan dukungan.
7. Sahabat-sahabat tercinta Salsabila, Leni, Panji, Ridha, Sita, Icha, Indang, Yanti, Septi, Hesti dan Titi baik yang telah membantu, menemani maupun memberi dukungan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman KKN MG-250 Bella, Farly, Mastha, Nisa, Ratih, Ridho dan Restu yang turut memberikan doa dan dukungan.
9. Teman-teman seperjuangan jurusan Statistika angkatan 2014 atas dukungannya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
10. Segenap staf dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu kelancaran proses perkuliahan dalam bidang administrasi, akademik, dan lain-lain.
11. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Demikian tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun diharapkan demi lebih baiknya penulisan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu 'alaikum warahmatullah hi wa barakatuh.

Yogyakarta, 16 Maret 2018



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xvi
PERNYATAAN	xvii
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Jenis Penelitian Dan Metode Penelitian.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

BAB III LANDASAN TEORI.....	14
3.1 Analisis Deskriptif.....	14
3.2 Ekonometrika.....	14
3.3 Taksasi Tebu.....	15
3.4 Tanaman Tebu.....	15
3.5 Produktivitas.....	15
3.5.1 Produktivitas Tebu.....	16
3.6 Pekerja.....	16
3.7 Pupuk.....	16
3.7.1 Pupuk Organik.....	17
3.7.2 Pupuk Anorganik.....	17
3.7.2.1 Pupuk KCl.....	17
3.8 Hari Hujan.....	17
3.9 Curah Hujan.....	18
3.10 Model Regresi Linier.....	18
3.10.1 Model Regresi Linier Sederhana.....	18
3.10.2 Model Regresi Berganda.....	19
3.11 Metode Kuadrat Terkecil (<i>Ordinary Least Square = OLS</i>).....	19
3.11.1 Metode Kuadrat Terkecil Dengan Matriks.....	21
3.12 Model Regresi Data Panel.....	23
3.12.1 <i>Polled Regression</i>	24
3.12.2 <i>Fixed Effect Model</i>	26

3.12.3 <i>Random Effect Model</i>	27
3.13 Pemilihan Model Regresi Data Panel.....	28
3.13.1 Uji Chow.....	28
3.13.2 Uji Hausmann.....	29
3.14 Uji Breusch-Pagan.....	30
3.15 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi.....	32
3.15.1 Pengujian Koefisien Regresi Secara Simultan.....	32
3.15.2 Pengujian Koefisien Regresi Secara Parsial.....	33
3.16 Koefisien Determinasi (R^2).....	33
3.17 Asumsi Klasik.....	34
3.17.1 Residual Berdistribusi Normal.....	34
3.17.2 Homoskedastisitas	35
3.17.2.1 Metode Breusch-Pagan.....	35
3.17.3 Multikolinieritas.....	36
3.17.4 Autokorelasi.....	37
3.17.4.1 Uji Ratio Von Neumann.....	37
3.18 Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	38
BAB IV METODE PENELITIAN.....	40
4.1 Populasi dan Sampel Penelitian.....	40
4.2 Jenis dan Sumber Data.....	40
4.3 Variabel Penelitian.....	40
4.4 Metode Analisis Data.....	41

4.5 Tahapan Penelitian.....	42
4.5.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	44
BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	45
5.1 Analisis Statistika Deskriptif.....	45
5.2 Analisis Regresi Data Panel.....	48
5.2.1 Estimasi Pooled Regression.....	48
5.2.2 Uji Secara Bersama (Uji F).....	48
5.2.3 Uji Secara Individu (Uji-t).....	49
5.2.4 Uji Secara Bersama (Uji F).....	49
5.2.5 Uji Secara Individu (Uji-t).....	50
5.2.6 Uji Secara Bersama (Uji F).....	51
5.2.7 Uji Secara Individu (Uji-t).....	51
5.2.8 Koefisien Determinasi (R^2).....	52
5.3 Estimasi <i>Fixed Effect</i> Model.....	53
5.3.1 Uji Secara Bersama (Uji F).....	53
5.3.2 Uji Secara Individu (Uji-t).....	53
5.3.3 Uji Secara Bersama (Uji F).....	54
5.3.4 Uji Secara Individu (Uji-t).....	55
5.3.5 Uji Secara Bersama (Uji F).....	55
5.3.6 Uji Secara Individu (Uji-t).....	56

5.3.7 Koefisien Determinasi (R^2).....	57
5.4 Estimasi <i>Random Effect Model</i>	57
5.4.1 Uji Secara Bersama (Uji F).....	57
5.4.2 Uji Secara Individu (Uji-t).....	58
5.4.3 Uji Secara Bersama (Uji F).....	59
5.4.4 Uji Secara Individu (Uji-t).....	59
5.4.5 Uji Secara Bersama (Uji F).....	60
5.4.6 Uji Secara Individu (Uji-t).....	61
5.4.7 Koefisien Determinasi (R^2).....	61
5.5 Pemilihan Model Regresi Data Panel.....	62
5.5.1 Uji Chow.....	62
5.5.2 Uji Hausmann.....	63
5.6 Uji Spesifikasi Model (Uji Breusch-Pagan).....	63
5.7 Model Terpilih.....	64
5.8 Pengujian Asumsi Pada Model.....	65
5.8.1 Uji Normalitas.....	65
5.8.2 Uji No Autokorelasi.....	66
5.8.3 Uji Homoskedastisitas.....	66
5.8.4 Uji No Multikolinieritas.....	67
5.9 Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	67

5.10 Interpretasi Hasil.....	69
5.10.1 Pengaruh Pekerja Terhadap Produktivitas Tebu.....	70
5.10.2 Pengaruh Pupuk KCl Terhadap Produktivitas Tebu.....	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
6.1 Kesimpulan.....	71
6.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 3.1	Tahapan Uji Spesifikasi	31
Gambar 5.1	Produktivitas Tebu	45
Gambar 5.2	Rata-Rata Jumlah Pekerja	46
Gambar 5.3	Dosis Pupuk KCl	46
Gambar 5.4	Hari Hujan	47
Gambar 5.5	Curah Hujan	47
Gambar 5.6	Grafik Peramalan MAPE	68

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Perbandingan Variabel Penelitian	12
Tabel 3.1	Kriteria Nilai MAPE Untuk Evaluasi Peramalan	39
Tabel 5.1	Uji F Pada Pooled Regression	48
Tabel 5.2	Uji-t Pada Pooled Regression	49
Tabel 5.3	Uji F Kedua Pada Pooled Regression	50
Tabel 5.4	Uji-t Kedua Pada Pooled Regression	50
Tabel 5.5	Uji F Ketiga Pada Pooled Regression	51
Tabel 5.6	Uji-t Ketiga Pada Pooled Regression	52
Tabel 5.7	R-Square Model Pooled Regression	52
Tabel 5.8	Uji F Pada Fixed Effect Model	53
Tabel 5.9	Uji-t Pada Fixed Effect Model	54
Tabel 5.10	Uji F Kedua Pada Fixed Effect Model	54
Tabel 5.11	Uji-t Kedua Pada Fixed Effect Model	55
Tabel 5.12	Uji F Ketiga Pada Fixed Effect Model	56
Tabel 5.13	Uji-t Ketiga Pada Fixed Effect Model	56
Tabel 5.14	R-Square Fixed Effect Model	57
Tabel 5.15	Uji F Pada Random Effect Model	58
Tabel 5.16	Uji-t Pada Random Effect Model	58
Tabel 5.17	Uji F Kedua Pada Random Effect Model	59

Tabel 5.18	Uji-t Kedua Pada Random Effect Model	60
Tabel 5.19	Uji F Ketiga Pada Random Effect Model	60
Tabel 5.20	Uji-t Ketiga Pada Random Effect Model	61
Tabel 5.21	R-Square Random Effect Model	62
Tabel 5.22	Uji Chow	62
Tabel 5.23	Uji Hausmann	63
Tabel 5.24	Hasil Uji Breusch-Pagan	64
Tabel 5.25	Pooled Regression Model	65
Tabel 5.26	Uji Jarque Bera	65
Tabel 5.27	Uji Ratio von Neumann	66
Tabel 5.28	Uji Breusch-Pagan	66
Tabel 5.29	Nilai VIF	67
Tabel 5.30	Kriteria Nilai Peramalan MAPE	68
Tabel 5.31	Nilai Peramalan MAPE	69

DAFTAR ISTILAH

TS1	Tebu Sendiri 1
TS2	Tebu Sendiri 2
TS3	Tebu Sendiri 3
TS4	Tebu Sendiri 4
5A	2 minggu awal bulan Mei
5B	2 minggu akhir bulan Mei
6A	2 minggu awal bulan Juni
6B	2 minggu akhir bulan Juni
7A	2 minggu awal bulan Juli
7B	2 minggu akhir bulan Juli
8A	2 minggu awal bulan Agustus
8B	2 minggu akhir bulan Agustus
9A	2 minggu awal bulan September
9B	2 minggu akhir bulan September
10A	2 minggu awal bulan Oktober
10B	2 minggu akhir bulan Oktober
KCl	Kalium Klorida

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang menjadi acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 Maret 2018



Penulis

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tebu Menggunakan Pendekatan Analisis Data Panel

(Studi Kasus : PT Perkebunan Nusantara VII Pada Pabrik Bungamayang Periode Setiap 2 Minggu Bulan Mei – Oktober Tahun 2016)

Oleh : Aulia Indrawati
Program Studi Statistika Fakultas MIPA
Universitas Islam Indonesia

Intisari

*Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai areal lahan perkebunan yang sangat luas, tetapi dalam prosesnya belum memaksimalkan potensi perkebunan yang ada. Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman komoditas unggulan perkebunan paling komersial penghasil bahan baku gula dan vetsin. Provinsi Lampung merupakan salah satu sentra produktivitas tebu Nasional sebagai provinsi dengan memberikan kontribusi sebesar 6.157 Ton/Ha. Melihat faktor - faktor yang mempengaruhi produktivitas tebu, analisis regresi data panel merupakan gabungan dari data time series dan data cross section. Periode waktu yang digunakan dalam penelitian ini dalam kurun waktu dan data time series setiap 2 minggu bulan Mei – Oktober pada tahun 2016 terdiri dari 4 rayon diantaranya rayon TS1, TS2, TS3 dan TS4 dengan jumlah data 48. Variabel yang digunakan yaitu pekerja, curah hujan, hari hujan dan pupuk KCl. Adapun variabel pekerja dan pupuk KCl signifikan dan berpengaruh positif terhadap produktivitas tebu di 4 rayon sebesar 77.06%. Pada penelitian ini model yang tepat digunakan adalah *pooled regression model* sebagai berikut:
Produktivitas tebu = $-19.025514 + 0.929736(\text{Pekerja}) + 0.075234(\text{Pupuk KCl}) + \varepsilon$*

Kata kunci : *Panel Data Regression Analysis, Sugarcane Plantation, Pooled Regression, Cane Productivity.*

Factors Affecting Sugar Cane Productivity Using the Panel Data Analysis Approach

(Case Study: PT Perkebunan Nusantara VII at Bungamayang Factory
Period Every 2 weeks May - October Year 2016)

By: Aulia Indrawati
Statistics Study Program Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Indonesian Islamic University

Abstract

*Indonesia is one of the countries that has a vast plantation area, but in the process has not maximized the potential of existing plantations. Sugarcane (*Saccharum officinarum*) is the most commercially viable commodity plantation producer of raw materials of sugar and vetsin. Lampung Province is one of the centers of national sugarcane productivity as a province with a contribution of 6,157 Ton / Ha. Looking at factors affecting sugarcane productivity, panel data regression analysis is a combination of time series data and cross section data. The period of time used in this study in time and time series data every 2 weeks May - October in 2016 consists of 4 rayon including rayon TS1, TS2, TS3 and TS4 with the amount of data 48. Variables used are workers, rainfall, rainy day and KCl fertilizer. The variable of worker and fertilizer KCl significant and positive effect on cane productivity at 4 rayon equal to 77.06%. In this study the right model used is pooled regression model as follows:*

Produktivitas tebu = $-19.025514 + 0.929736(\text{Pekerja}) + 0.075234(\text{Pupuk KCl}) + \varepsilon$

Keywords: *Panel Data Regression Analysis, Sugarcane Plantation, Random Effect Model.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan adalah kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah atau media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai, mengolah dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut, dengan bantuan pengetahuan dan teknologi, permodalan serta manajemen untuk mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat (Undang-Undang Nomor 18 tahun 2004 pasal 1 ayat 1).

Tanaman perkebunan lebih dominan dibudidayakan dengan volume luasan dan area yang sangat luas dengan jangka waktu budidaya tertentu dan perencanaan untuk mengolah hasil dari tanaman tersebut. Tanaman perkebunan sangat identik dengan komponen industri-industri besar, menyerap lebih banyak lapangan pekerjaan dan menjadi sumber pendapatan negara (investasi modal dalam negeri dan asing) untuk menjadikan produk hasil bumi berstandar internasional dan untuk tujuan ekspor di seluruh dunia (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015).

Tanaman sektor perkebunan salah satunya adalah tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*). Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman komoditas unggulan perkebunan yang paling komersial penghasil bahan baku gula dan vetsin. Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang penting dalam pembangunan sub sektor perkebunan antara lain untuk memenuhi kebutuhan domestik maupun sebagai komoditi ekspor penghasil devisa negara, dalam upaya meningkatkan produksi dan produktivitas tebu serta mendukung keberhasilan Program Swasembada Gula Nasional (Dinas Perkebunan Jawa Timur, 2017).

Dalam usaha perkebunan, produktivitas diperoleh melalui suatu proses yang cukup panjang dan penuh resiko. Panjangnya waktu yang dibutuhkan tidak sama, bergantung kepada jenis komoditas yang diusahakan. Tidak hanya waktu, kecukupan faktor produktivitas turut sebagai penentu pencapaian produktivitas tersebut. Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai areal lahan perkebunan sangat luas. Selama periode tahun 2013-2015 luas areal perkebunan tebu tersebar di sembilan provinsi yaitu Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Gorontalo dan Sulawesi Selatan.

Tahun 2015 luas areal perkebunan tebu Provinsi Jawa Timur tercatat (45.44%) dari total luas areal perkebunan tebu di Indonesia. Sementara itu provinsi lain yang memiliki luas areal perkebunan tebu cukup besar yaitu Lampung (27.34%), Jawa Tengah (10.33%), dan Sumatera Selatan (4.88%). Pada tahun 2015 luas areal perkebunan tebu di Indonesia seluas 455.82 (Ha) dengan luas areal sekitar 213.44 (Ha) atau (46.80%) diusahakan oleh perkebunan rakyat, sedangkan yang diusahakan oleh perkebunan besar negara seluas 104.08 (Ha) atau (22.83%) dan perkebunan besar swasta seluas 138.40 (Ha) atau (30.36%).

Pada tahun 2015, produksi tebu yang terbesar berasal dari Provinsi Jawa Timur yaitu 1.24 juta Ton atau (48.75%) dari total produksi tebu Indonesia. Sementara itu provinsi lain yang juga merupakan penghasil tebu yang cukup besar yaitu Lampung dengan produksi sebesar 756.55 Ton atau (29.85%), Jawa Tengah sebesar 206.25 Ton atau (8.14%) dan Sumatera Selatan 102.03 Ton (4.03%). Dilihat dari status perusahaan, produksi tebu Indonesia tahun 2015 sebesar 2.5 juta Ton adalah berasal dari perkebunan rakyat sebesar 1.16 juta Ton atau (45.85%) perkebunan besar negara sebesar 0.55 juta Ton atau (21.79%) dan perkebunan besar swasta sebesar 0.82 juta Ton atau (32.36%) (Badan Pusat Statistik, 2015).

Pada tahun 2015 produktivitas tebu pada perkebunan rakyat (PR), perkebunan besar negara (PBN) dan perkebunan besar swasta (PBS) menurut provinsi tersebar di sembilan provinsi diantaranya Gorontalo (6.356 Ton/Ha), Lampung (6.157 Ton/Ha), Jawa Timur (5.979 Ton/Ha), Sumatera Selatan (4.697 Ton/Ha), Jawa Tengah (4.557 Ton/Ha), Jawa Barat (4.145 Ton/Ha), Sumatera

Utara (3.826 Ton/Ha), DI. Yogyakarta (3.628 Ton/Ha) dan Sulawesi Selatan (3.315 Ton/Ha). Dimana pada Provinsi Gorontalo dan Lampung menempati posisi tertinggi penghasil produktivitas tebu di Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017).

Aspek produksi setiap luasan areal perkebunan atau produktivitas merupakan salah satu aspek paling penting dalam suatu perusahaan perkebunan. Besar kecilnya penerimaan dan keuntungan yang diterima oleh suatu perusahaan perkebunan bergantung kepada seberapa besar suatu produk mampu dihasilkan oleh perusahaan perkebunan yang bersangkutan. Peningkatan produktivitas dan melaksanakan kegiatan produktivitas yang efisien penting dilakukan oleh setiap perusahaan perkebunan, namun sebelum upaya-upaya peningkatan produktivitas tersebut dirumuskan maka terlebih dahulu perusahaan perlu mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi produktivitas agar diperoleh hasil yang maksimal dan kegiatan produktivitas yang dilakukan berjalan secara efisien serta menguntungkan.

Dalam melihat faktor - faktor yang mempengaruhi produktivitas tebu, pada penelitian ini dilakukan analisis dengan metode terbaik untuk memodelkan produktivitas tebu. Analisis regresi data panel merupakan pengembangan dari analisis regresi yang merupakan gabungan dari data *time series* dan data *cross section*. Menggunakan tiga estimasi model, regresi data panel biasa digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap suatu data yang diteliti secara terus menerus selama beberapa periode.

Berdasarkan latar belakang dan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pada Provinsi Lampung sebagai salah satu provinsi yang menghasilkan produksi dan produktivitas tebu terbesar kedua di Indonesia dengan mengambil studi kasus di PT Perkebunan Nusantara VII Pabrik Bungamayang periode setiap 2 minggu pada bulan Mei – Oktober tahun 2016 dengan judul “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tebu Menggunakan Pendekatan Analisis Data Panel”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana gambaran umum data taksasi tebu di 4 rayon ?
2. Bagaimana pengaruh dari keempat variabel pekerja, pupuk KCl, hari hujan dan curah hujan secara parsial terhadap Produktivitas tebu di 4 rayon ?
3. Model apa yang terpilih dalam analisis regresi data panel dari ketiga model yang di estimasi ?
4. Bagaimana pengaruh efek kali silang maupun waktu terhadap Produktivitas tebu di 4 rayon ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian dilakukan di PT Perkebunan Nusantara VII pada Pabrik Bungamayang.
2. Data yang digunakan adalah data produktivitas tebu, pekerja, pupuk KCl, hari hujan dan curah hujan.
3. Metode analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dan analisis regresi data panel.
4. Atribut yang digunakan yaitu Produktivitas Tebu di 4 rayon yaitu TS1, TS2, TS3 dan TS4 periode setiap 2 minggu pada bulan Mei - Oktober tahun 2016 terdiri dari variabel pekerja, pupuk KCl, hari hujan dan curah hujan.
5. Data diolah menggunakan *software* R 3.4.4 dan *Microsoft Excell* 2013.

1.4 Jenis Penelitian dan Metode Penelitian

Jenis tugas akhir pada penelitian ini masuk dalam kategori aplikasi. Metode penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan analisis regresi data panel dengan pendekatan *pooled regression* model, *fixed effect* model dan *random effect* model dan melakukan pemilihan model terbaik menggunakan uji diagnostik.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, tujuan penelitian tersebut sebagai berikut:

1. Mengetahui gambaran umum data taksasi tebu di 4 rayon.
2. Mengetahui pengaruh dari keempat variabel yaitu pekerja, pupuk KCl, hari hujan dan curah hujan secara parsial terhadap Produktivitas Tebu di 4 rayon.
3. Mengetahui model yang tepat digunakan dalam analisis regresi data panel berdasarkan ketiga model yang telah di estimasi.
4. Mengetahui pengaruh efek kali silang maupun waktu terhadap Produktivitas Tebu di 4 rayon.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah disebutkan di atas, adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Instansi pemerintah dan swasta yang berkaitan dengan perkebunan dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk dijadikan pedoman dalam membuat kebijakan seperti instruksi kerja dalam tata cara penanaman, perawatan dan panen tebu untuk peningkatan produktivitas tebu dan gula nasional. Serta dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan produktivitas tebu.
2. Pada para akademisi dapat menambah ilmu pengetahuan dan menjadikan penulisan ini sebagai bahan kajian pustaka atau refrensi dalam membuat karya ilmiah maupun penelitian selanjutnya.
3. Pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam lingkup analisis perkebunan tebu dan analisis regresi data panel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Terkait dengan penelitian yang dilakukan, maka penelitian terdahulu menjadi sangat penting bagi penulis agar dapat diketahui hubungan antara penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan pada saat ini dan dapat menghindari terjadinya suatu duplikasi dalam penelitian yang dilakukan. Berikut dijelaskan mengenai beberapa penelitian berkaitan dengan Produktivitas tebu maupun metode analisis regresi data panel yang pernah dilakukan sebelumnya ataupun berkaitan dengan metode yang digunakan sebelumnya.

Prabowo (2013) melakukan penelitian tentang “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Gula Di Jawa Tengah Tahun 2004-2013”. Dalam penelitian tersebut model yang terpilih menggunakan model regresi *fixed effect* dengan teknik LSDV (*Least Square Dummy Variable*) dan *variable* yang digunakan diantaranya luas lahan (X_1), produksi tebu (X_2), rendemen tebu (X_3) dan produksi gula (Y). Hasil kesimpulan yang diperoleh yaitu *variable* luas lahan tebu, produksi tebu dan rendemen tebu bersama-sama berpengaruh terhadap produksi gula di Jawa Tengah tahun 2003-2013, tetapi tidak signifikan secara statistik untuk *variable* luas lahan dan rendemen tebu di Jawa Tengah.

Jaya dan Sunengsih (2009) melakukan penelitian dengan judul “Kajian Analisis Regresi Dengan Data Panel”. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah jumlah penerapan tenaga kerja industri kecil di wilayah Jawa Barat. Sedangkan variabel bebasnya adalah nilai produksi, modal dan upah. Dalam penelitian ini penulis menerapkan analisis regresi data panel untuk melakukan pemodelan penyerapan tenaga kerja industri kecil di wilayah Jawa Barat dan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penyerapan tenaga kerja di Jawa Barat. Untuk pemodelan penyerapan tenaga kerja di Jawa Barat, model yang

dinyatakan lebih tepat adalah model REM sebagai berikut: $Y_{it} = 2.705 + 0.284 X_{1it} + 0.375 X_{2it} + 0.021 X_{3it}$. Model ini mampu menjelaskan variansi data mencapai 60,28%. Penyerapan tenaga kerja secara signifikan dipengaruhi oleh produksi dan modal. Sedangkan upah dinyatakan tidak berpengaruh.

Rahmadeni dan Yonesta (2016) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Regresi Data Panel Pada Pemodelan Produksi Panen Kelapa Sawit di Kebun Sawit Plasma Kampung Buatan Baru”. Dalam penelitian tersebut menggunakan metode analisis regresi data panel diperoleh model terbaik yaitu *random effect models* yang didapat dari uji Hausmann dengan persamaan $Y_{it} = 1067.70220 - 0.6996 x_1 + 24.41360 x_2 + 19.47378 x_3$ dan memenuhi 3 uji asumsi klasik tetapi tidak memenuhi asumsi autokorelasi. Kesimpulan dalam penelitian tersebut bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara harga, jumlah pupuk dan luas lahan dengan jumlah produksi kelapa sawit, dan uji signifikan secara parsial diperoleh semua *variable independent* termasuk konstanta memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah produksi.

Apriawan, dkk (2015) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Produksi Tebu dan Gula di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero)”. *Variable* dalam penelitian analisis produksi tebu ini terdiri dari *variable dependent* dan *variable independent*. *Variable dependent* yang digunakan adalah produksi tebu, sedangkan *variable independent* yang digunakan yaitu luas panen, curah hujan, hari hujan, tenaga kerja dan *variable dummy* (sebelum dan sesudah bergabung dengan PTPN VII). Hasil analisis regresi berganda dengan metode OLS diperoleh nilai *adjusted R²* sebesar 0.749. Hal tersebut menunjukkan bahwa 74.9% variasi atau perubahan produksi tebu dapat dipengaruhi oleh variasi atau perubahan luas panen, jumlah curah hujan, jumlah hari hujan, jumlah tenaga kerja, dan *variable dummy*, sedangkan sisanya sebesar 25.1 % dipengaruhi *variable* lain diluar model. Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat bahwa nilai F signifikansi adalah sebesar 0.000 yang lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0.001 sehingga dapat disimpulkan bahwa *variable independent* secara bersama-sama berpengaruh terhadap produksi tebu. Sedangkan penelitian analisis produksi gula ini terdiri dari *variable dependent* dan *variable independent*. *Variable dependent* yang digunakan adalah produksi

gula, sedangkan *variable independent* yang digunakan yaitu luas panen, rendemen, curah hujan, hari hujan, tenaga kerja dan *variable dummy* (sebelum dan sesudah bergabung dengan PTPN VII). Hasil analisis regresi berganda dengan metode OLS diperoleh nilai adjusted R^2 sebesar 0.763. Hal tersebut menunjukkan bahwa 76.3% variasi atau perubahan produksi gula di Distrik Bungamayang PT. Perkebunan Nusantara VII dapat dipengaruhi oleh variasi atau perubahan luas panen, rendemen, jumlah curah hujan, jumlah hari hujan, jumlah tenaga kerja, dan *variable dummy*, sedangkan sisanya sebesar 23.7 % dipengaruhi *variable* lain diluar model. Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat bahwa nilai F signifikansi adalah sebesar 0.000 yang lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0.001 sehingga dapat disimpulkan bahwa *variable independent* secara bersama-sama berpengaruh terhadap produksi gula.

Achadin (2017) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Tebu pada Sub Sektor Perkebunan Di Provinsi Jawa Timur tahun 2011-2015”. *Variable* dalam penelitian ini menggunakan *variable independent* luas lahan (X_1) dan jumlah tenaga kerja (X_2) dan *variable dependent* Tingkat Produksi (Y). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh luas lahan dan jumlah tenaga kerja sektor perkebunan tebu pada perkebunan rakyat di Provinsi Jawa Timur tahun 2011-2015 dan menganalisis apakah ada perbedaan produksi antar Kabupaten/Kota penghasil tebu pada perkebunan rakyat di Provinsi Jawa Timur tahun 2011-2015. Alat analisis yang digunakan adalah regresi data panel yang kemudian dilakukan pengujian hipotesis dengan uji F, uji t, dan Koefisien Determinasi (R^2) pada tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$. Hasil analisis regresi data panel dengan model terpilih adalah *random effect* model (REM) menunjukkan bahwa luas lahan dan tenaga kerja berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi. Sedangkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,99 atau 99%, ini menunjukkan bahwa kemampuan *variable* luas lahan dan jumlah tenaga kerja dalam menjelaskan jumlah produksi sebesar 99% dan sisanya dijelaskan oleh faktor di luar model.

Tunjungsari (2014) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Produksi Tebu Di Jawa Tengah”. Variabel independen dalam penelitian ini diantaranya luas lahan (X_1), pupuk (X_3), bibit (X_2) dan tenaga kerja (X_4). Berdasarkan hasil pengujian model regresi data panel yang dilakukan, model terbaik yang didapatkan dalam penelitian ini adalah bahwa kabupaten/kota yang menjadi objek dalam penelitian ini mempunyai model *fixed effect*. Disimpulkan bahwa luas lahan berpengaruh positif terhadap produksi tebu. Tenaga kerja berpengaruh negatif terhadap produksi gula dikarenakan penggunaan tenaga kerja yang berlebihan justru akan mengurangi produksi tebu yang dihasilkan sebesar 0,463331 ton tebu. Selanjutnya, Bibit tidak berpengaruh terhadap produksi tebu, dikarenakan bukan jumlah sedikit atau banyaknya jumlah pupuk yang akan dapat meningkatkan jumlah produksi tebu tetapi bibit yang bermutu (bibit varietas unggul) yang memiliki kemampuan teknis yang lebih tinggi untuk dapat mempengaruhi jumlah produksi gula yang dihasilkan. Adapun variabel pupuk berpengaruh positif terhadap produksi gula sampai batas tertentu, dengan pemupukan yang sesuai akan dapat meningkatkan jumlah produksi tebu per satuan luas lahan.

Diana dan Djumali (2016) melakukan penelitian dengan judul “Pertumbuhan, Produktivitas, dan Rendemen Pertanaman Tebu Pertama (*Plant Cane*) pada Berbagai Paket Pemupukan”. Penelitian ini bertujuan melihat pertumbuhan, produktivitas dan rendemen tebu menggunakan pupuk organik dan anorganik. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa paket pupuk 900 kg pupuk majemuk baru + 150 kg pupuk anorganik tunggal (ZA)/ha, 1.200 kg pupuk majemuk baru + 150 kg pupuk anorganik tunggal (ZA)/ha, dan 600 kg pupuk majemuk lama tipe II + 500 kg pupuk anorganik tunggal (ZA)/ha menghasilkan pertumbuhan dan produktivitas cenderung lebih tinggi, sedangkan paket pemupukan lainnya (kecuali paket pupuk 900 kg pupuk majemuk baru + 3 ton pupuk organik jenis B) menghasilkan rendemen cenderung lebih tinggi. Adapun produksi hablur dengan nilai cenderung tinggi diperoleh paket pupuk 600 kg pupuk majemuk baru + 100 kg pupuk anorganik tunggal (ZA)/ha, 900 kg pupuk majemuk baru + 150 kg pupuk anorganik tunggal (ZA)/ha, dan 1.200 kg pupuk majemuk baru + 150 kg pupuk anorganik tunggal (ZA)/ha.

Lestari dan Setyawan (2017) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Regresi Data Panel Untuk Mengetahui Faktor Yang Mempengaruhi Belanja Daerah Di Provinsi Jawa Tengah”. Penelitian diketahui bahwa model yang layak digunakan untuk variabel Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Jumlah Penduduk (JP), Pendapatan Asli Daerah (PAD), Dana Alokasi Umum (DAU) dan Pertumbuhan Ekonomi (PE) terhadap Belanja Daerah di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2010-2014 yaitu model *random effect* dengan efek individu dan waktu. Bentuk persamaan regresi data panel dengan *random effect* Belanja Daerah Kabupaten dan Kota Provinsi Jawa Tengah sebagai berikut: $\hat{Y}_{it} = -133,6546 + 0,003051 PDRB_{it} + 0,000086 JP_{it} + 1,361572 PAD_{it} + 1,335549 DAU_{it} + 36,61873 PE_{it}$. Menunjukkan bahwa 94,9758 persen dari Belanja Daerah di Provinsi Jawa Tengah dapat dijelaskan oleh variabel Produk Domestik Regional Bruto, Jumlah Penduduk, Pendapatan Asli Daerah, Dana Alokasi Umum dan Pertumbuhan Ekonomi.

Yusran (2017) melakukan penelitian dengan judul “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Dengan Menggunakan Pendekatan Analisis Regresi Data Panel”. *Variable* yang digunakan terdiri dari Pengeluaran per Kapita Disesuaikan (PKD), Jumlah Penduduk Miskin (JPM), Jumlah Penduduk (JP), dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) sebagai *variable independent*, sedangkan Index Pembangunan Manusia (IPM) sebagai *variable dependent*. Hasil analisis yang diperoleh yaitu dari hasil uji chow, Hausmann dan Breuch-Pagan, dapat disimpulkan bahwa model yang sesuai untuk menjelaskan *variable* pembentukan Pendapatan per Kapita Disesuaikan (PKD), Jumlah Penduduk Miskin (JPM), Jumlah Penduduk (JP) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) berpengaruh langsung terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah model efek tetap, dengan efek individu kali-silang. Dengan koefisien determinasi yang diperoleh sebesar 93.669% dan sisanya sebesar 6.3% IPM dipengaruhi oleh faktor lain diluar *variable* pengeluaran per kapita disesuaikan, jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk dan rata-rata lama sekolah.

Warah dan Rahayu (2017) melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Data Mining Untuk Menentukan Estimasi Produktivitas Tanaman Tebu Dengan Menggunakan Algoritma Linier Regresi Berganda Di Kabupaten Rembang”.

Variabel independen yang digunakan diantaranya luas, jumlah petani dan produksi serta variabel dependen yang digunakan yaitu produktivitas tebu. Dengan menggunakan metode algoritma linier *regression* berganda didapat kesimpulan bahwa hasil estimasi produktivitas mendapatkan 15.132,00067 Kg/Ha yang sebelumnya lahanya adalah 147313 hektar (ha), berarti produktivitas tahun depannya mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya.

Untuk melihat perbandingan penggunaan variabel pada penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Perbandingan Variabel Penelitian

No.	Variabel Penelitian	Penulis									
		Prabowo (2013)	Jaya dan Sunengsih (2009)	Rahmadeni dan Yonesta (2016)	Apriawan, dkk (2015)	Achadin (2017)	Tunjungsari (2014)	Diana dan Djumali (2016)	Lestari dan Setyawan (2017)	Yusran (2017)	Warih dan Rahayu (2017)
Variabel Independen											
1.	Pekerja		√		√	√	√				√
2.	Pupuk KCl						√	√			
3.	Hari hujan		√		√						
4.	Curah Hujan		√		√						
Variabel Dependen											
5.	Produktivitas Tebu				√	√	√	√			√
Metode Penelitian											
6.	Regresi Data Panel	√	√	√		√	√		√	√	

Keterangan: Simbol √ menunjukkan variabel dan metode yang digunakan.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dijelaskan di atas, maka Penulis melakukan penelitian mengenai “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tebu Menggunakan Pendekatan Analisis Data Panel” dengan studi kasus di PT Perkebunan Nusantara VII Pada Pabrik Bungamayang periode setiap 2 minggu pada bulan Mei – Oktober tahun 2016. Adapun hal yang membedakan dengan penelitian sebelumnya, yaitu terkait penggunaan data dalam penelitian ini Penulis menggunakan data taksasi tebu PT Perkebunan Nusantara VII pada Pabrik Bungamayang dan penggunaan periode waktu setiap 2 minggu pada bulan Mei – Oktober tahun 2016.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Analisis Deskriptif

Tujuan analisis deskriptif untuk membuat gambaran secara sistematis data yang faktual dan akurat mengenai fakta-fakta serta hubungan antar fenomena yang diselidiki dan diteliti. Analisis deskriptif adalah statistika yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum dan generalisasi (Sugiyono, 2004).

3.2 Ekonometrika

Menurut Sumodiningrat (2010) ekonometri adalah suatu ilmu yang mengkombinasikan teori ekonomi dan statistik ekonomi dengan tujuan menyelidiki dukungan empiris dari hukum skematik yang dibangun oleh teori ekonomi. Ilmu ekonomi didefinisikan sebagai ilmu sosial yang menerapkan peralatan ekonomi matematik dan statistik inferensi untuk menganalisis fenomena ekonomi (Arthur S. Golbberger, *Econometrics Theory*, 1964). Menurut Gujarati (2006) ekonometrika dapat didefinisikan sebagai ilmu sosial di mana perangkat teori ekonomi, matematika, dan statistik inferensial diterapkan dalam menganalisis ekonomi.

Ekonometrika secara harfiah berarti pengukuran ekonomi (Widarjono, 2007). Misalnya kita ingin mengukur seberapa besar pengaruh harga terhadap jumlah permintaan suatu barang. Untuk melakukan hal ini ekonometrika membentuk suatu model yang menjelaskan hubungan antara jumlah permintaan barang sebagai variabel dependen atau yang dipengaruhi dengan variabel tingkat harga sebagai variabel yang mempengaruhi. Langkah berikutnya mengunpulkan data yang dibutuhkan yaitu jumlah barang yang dibeli dan harga barang tersebut

kemudian dihitung dengan metode teknik tertentu sehingga akan diketahui besarnya pengaruh harga terhadap permintaan barang tersebut.

3.3 Taksasi Tebu

Taksasi produksi diperkebunan tebu adalah metode perkiraan jumlah tebu yang akan ditebang melalui perhitungan secara matematis dan taksiran berdasarkan jumlah batang per meter, bobot batang per meter, tinggi batang dan panjang tanam (juring) per satuan luas kebun (PT Perkebunan Nusantara VII, 2014). Taksasi produksi dilakukan pada awal bulan Desember dalam rentang waktu setiap 2 minggu periode bulan Mei-Oktober 2016.

3.4 Tanaman Tebu

Tebu merupakan tanaman C4 dari famili *Graminae* (rumput-rumputan) yang termasuk tanaman parenial (tahunan). Kultivar tebu *Saccharum officinarum* L. mulai digunakan oleh hampir seluruh dunia pada tahun 1800 karena kultivar tersebut sesuai dengan hasil yang diinginkan. *Saccharum* terbagi dalam 2 kelompok yaitu *saccharum spontaneum* (glagah) dan *saccharum officinarum* (tebu) (PT Perkebunan Nusantara VII [Persero], 1997). Tanaman tebu diperbanyak secara vegetatif menggunakan potongan batang tebu (bagal) atau mata tunas (Fageria et.al 2011). Batang tebu terdiri atas ruas-ruas dan buku-buku dengan setiap buku terdapat mata tunas yang menempel. Satu rumpun batang tebu terdiri dari batang primer, batang sekunder, batang tersier. Tunas yang pertama kali muncul dari mata tunas yang ditanam disebut dengan batang primer. Tunas yang muncul dari batang primer disebut batang sekunder. Batang tersier adalah batang yang muncul dari mata tunas batang sekunder.

3.5 Produktivitas

Menurut Husien Umar (1999:9) produktivitas mengandung arti sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*). Sedangkan menurut Swasta dan Sukotjo (1998:281) Produktivitas adalah suatu konsep yang menggambarkan hubungan antar hasil (jumlah barang dan jasa yang diproduksi) dengan sumber (tenaga kerja, bahan baku,

modal, energi, dan lain-lain) yang dipakai untuk 18 menghasilkan barang tersebut. Menurut Sinungan (1985:8) produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara totalitas pengeluaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tersebut.

3.5.1 Produktivitas Tebu

Komponen pertumbuhan tebu yang menentukan hasil produktivitas tebu antara lain curah hujan, hari hujan, pekerja dan komposisi pupuk yang digunakan. Pada prinsipnya, peningkatan produktivitas tebu dilaksanakan melalui perluasan areal tanam, kecukupan air selama penanaman, jumlah pekerja, jenis tebu dan komposisi pupuk yang digunakan. Namun peningkatan produktivitas tebu melalui jenis tebu dan komposisi pupuk yang digunakan lebih diutamakan karena dapat meningkatkan hasil tebu tanpa meningkatkan kapasitas pabrik tebu.

3.6 Pekerja

Pengertian pekerja berbeda dengan pengertian tenaga kerja sebagaimana yang terdapat di dalam Undang-undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan. Dalam Pasal 1 ayat 2 menentukan bahwa Tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan atau jasa untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat. Sedangkan, dalam Pasal 1 ayat 3 menentukan bahwa pekerja buruh adalah setiap orang yang bekerja dalam menerima upah atau imbalan dalam bentuk lain. Dengan demikian dapat diartikan bahwa pekerja adalah setiap orang yang melakukan pekerjaan dan mendapatkan upah atau imbalan lain. Pekerjaan secara umum di definisikan sebagai sebuah kegiatan aktif yang dilakukan oleh manusia. Istilah pekerjaan digunakan untuk suatu tugas atau kerja yang menghasilkan sebuah karya yang bernilai imbalan dalam bentuk uang atau bentuk lainnya.

3.7 Pupuk

Pupuk adalah semua bahan yang diberikan kepada tanah dengan maksud untuk memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Bahan yang diberikan ini dapat bermacam-macam, misalnya berupa pupuk kandang, pupuk hijau dan

kompos yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu berproduksi dengan baik. Pupuk merupakan kunci dari kesuburan tanah karena berisi satu atau lebih unsur untuk menggantikan unsur yang habis terisap tanaman (Lingga, 2002). Pupuk dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu :

3.7.1 Pupuk Organik

Secara umum pupuk organik memiliki empat fungsi yang sangat penting (Musnawar, 2004). Pertama, pupuk organik dapat memperbaiki kesuburan tanah. Kedua, pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Ketiga, pupuk organik dapat memperbaiki sifat biologi tanah dan mekanisme jasad renik (mikroorganisme) yang ada menjadi hidup. Keempat, penggunaan pupuk organik dapat dijamin keamanannya.

3.7.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik merupakan pupuk buatan yang sengaja dibuat dan mengandung unsur hara tertentu dalam kadar tinggi (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Pupuk anorganik digunakan untuk mengatasi kekurangan mineral murni dari alam. Jenis pupuk anorganik salah satunya yaitu sebagai berikut:

3.7.2.1 Pupuk KCL

Kaliumklorida (KCl) merupakan salah satu jenis pupuk kalium yang juga termasuk pupuk tunggal. Kandungan unsur hara dalam pupuk ini adalah 60% K₂O, yang berarti di setiap 100 (Kg) pupuk KCl didalamnya terkandung 60 (Kg) unsur hara K₂O dari total kandungan.

3.8 Hari Hujan

Hari hujan adalah hari dimana saat hujan turun yang dihitung pada saat hari pertama pada awal bulan hingga 2 minggu pertama dan saat hari hujan pertama pada pertengahan bulan sampai 2 minggu akhir. Perhitungan hari hujan tersebut dilakukan setiap 2 minggu bulan Mei-Oktober 2016 sesuai masa tanam tebu.

3.9 Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari alam yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Triatmojo, 1998). Curah hujan adalah banyaknya hujan yang tercurah (turun) di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan 1 (satu) millimeter (mm), artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air setinggi 1 liter.

3.10 Model Regresi Linear

3.10.1 Model Regresi Linear Sederhana

Regresi digunakan untuk menduga nilai-nilai suatu variabel respon dari nilai variabel (peubah) yang sudah diketahui atau diasumsikan ada hubungan dengannya. Peubah yang mempengaruhi disebut dengan peubah bebas, sedangkan peubah yang dipengaruhi disebut peubah tak bebas.

Model regresi linier sederhana adalah sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

Dimana $E(\varepsilon_i) = 0$; $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ dan $\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$.

Persamaan (3.1) menunjukkan X dan Y mempunyai hubungan yang linier, tetapi tidak sempurna karena hanya kesalahan (*error*). Oleh karena itu, diperlukan pendugaan bagi persamaan regresi tersebut, yaitu $\hat{Y} = b_0 + b_1 X$ dimana b_0 dan b_1

adalah nilai numerik sebagai penduga β_0 dan β_1 , sedangkan \hat{Y} adalah nilai dugaan Y untuk nilai X tertentu.

3.10.2 Model Regresi Berganda

Model regresi linier berganda ini merupakan perluasan dari regresi linier sederhana dilihat dari jumlah variabel independen yang terdapat pada model regresi linier berganda (Gujarati, 1997). Bentuk persamaan model regresi linier berganda dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

Dengan:

Y_i	= Variabel dependen
X_i	= Variabel independen
β_0, \dots, β_k	= Parameter regresi
ε_i	= Nilai <i>error</i>

Dalam rumus tersebut koefisien regresi β_i ditaksir dengan b_1 dari data sampel dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

3.11 Metode Kuadrat Terkecil (*Ordinary Least Squares = OLS*)

Misalkan $(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$, data terok dan ingin menentukan koefisien regresi α dan β sedemikian rupa sehingga

$$J = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)^2 \quad (3.3)$$

minimum. Dalam persamaan di atas, x_i dan y_i bilangan yang berasal dari pengamatan sedangkan α dan β berubah bila garis regresinya berubah. Jadi dalam hal ini, α dan β dianggap berubah. Dari segi kalkulus, ini berarti bahwa perlu mencari turunan J terhadap α dan β kemudian menyamakannya dengan nol. Jadi, bila J diturunkan terhadap α maka diperoleh:

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i) = 0$$

atau,

$$\sum y_i - n\alpha - \beta \sum x_i = 0 \quad (3.4)$$

Selanjutnya, turunkan J terhadap β dan samakan dengan nol,

$$\frac{\partial J}{\partial \beta} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i) x_i = 0$$

atau,

$$\sum_{i=1}^n y_i x_i - \alpha \sum_{i=1}^n x_i - \beta \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0 \quad (3.5)$$

Sekarang, gantilah nilai α dan β pada persamaan (3.4) dan (3.5) dengan masing-masing taksirannya, a dan b . Persamaan (3.4) dan (3.5) kemudian menjadi suatu sistem persamaan linier, disebut persamaan normal.

$$\sum_{i=1}^n a + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i, \quad a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (3.6)$$

Bila dinyatakan $\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$ dan $\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i / n$ maka, persamaan yang pertama dari (3.6) memberikan:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - \frac{b \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (3.7)$$

Dengan demikian bagian kedua (3.6) menjadi:

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i - a \sum_{i=1}^n x_i - b \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0$$

atau,

$$\sum_{i=1}^n y_i x_i - \left(\frac{\sum y_i}{n} - b \sum \frac{x_i}{n} \right) \left(\sum x_i \right) - b \sum x_i^2 = 0$$

atau,

$$\sum_{i=1}^n y_i x_i - \frac{\sum y_i (\sum x_i)}{n} - b \left\{ \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right\} = 0$$

Sehingga,

$$b = \frac{\sum y_i x_i - (\sum y_i)(\sum x_i)/n}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2/n} \quad (3.8)$$

Rumus ini dengan mudah dapat disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} b &= \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2} = \frac{\sum x_i y_i - \bar{x} \sum y_i - \bar{y} \sum x_i + n\bar{x}\bar{y}}{\sum x_i^2 - 2\bar{x} \sum x_i + n\bar{x}^2} \\ b &= \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \end{aligned} \quad (3.9)$$

Dalam perhitungannya, hitung terlebih dahulu nilai b kemudian nilai tersebut dimasukkan pada persamaan untuk mendapatkan nilai a . Taksiran persamaan regresi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{y}_i &= a + bx_i \\ \hat{y}_i &= \bar{y} + b\bar{x} + bx_i \\ \hat{y}_i &= \bar{y} + b(x_i - \bar{x}) \end{aligned} \quad (3.10)$$

3.11.1 Metode Kuadrat Terkecil Dengan Matriks

Seperti di atas, dalam mencari vektor $b = (b_0, b_1, \dots, b_k)'$, taksiran dari vektor parameter $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)'$, yang meminimumkan bentuk kuadrat

$$J = (Y - X\beta)'(Y - X\beta) \quad (3.11)$$

$$J = Y'Y - 2Y'X\beta + \beta X'X\beta.$$

Perhatikan bahwa $Y'X\beta = \beta'X'Y$ karena keduanya skalar. Ada dua cara menyelesaikan soal ini. Pertama ialah dengan menurunkan J secara parsial terhadap parameter $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$. Ini dapat dikerjakan dengan menggunakan cara sub bab **3.11** atau menggunakan lambang matriks. Pandang kembali persamaan (3.2). Seperti sub bab **3.11** di atas, ingin mencari b_0, b_1, \dots, b_k yang meminimumkan jumlah kuadrat galat

$$J = \sum \varepsilon_i^2 = \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2} - \dots - \beta_k x_{ik})^2. \quad (3.12)$$

Seperti halnya dengan regresi linier sederhana pada sub bab **3.11**, turunan J secara parsial terhadap $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ dan samakan dengan nol.

Jadi

$$\begin{aligned}\frac{\partial J}{\partial \beta_0} &= -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2} - \dots - \beta_k x_{ik}) = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial \beta_1} &= -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2} - \dots - \beta_k x_{ik}) x_{i1} = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial \beta_2} &= -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2} - \dots - \beta_k x_{ik}) x_{i2} = 0 \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{\partial J}{\partial \beta_k} &= -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2} - \dots - \beta_k x_{ik}) x_{ik} = 0\end{aligned}$$

Setelah disusun kembali dan ganti semua parameter dengan penaksirnya, sistem persamaan ini dapat ditulis sebagai

$$\begin{aligned}\sum y_i &= nb_0 + b_1 \sum x_{i1} + b_2 \sum x_{i2} + \dots + b_k \sum x_{ik} \\ \sum y_i x_{i1} &= b_0 \sum x_{i1} + b_1 \sum x_{i1}^2 + b_2 \sum x_{i2} x_{i1} + \dots + b_k \sum x_{ik} x_{i1} \\ \sum y_i x_{i2} &= b_0 \sum x_{i2} + b_1 \sum x_{i1} x_{i2} + b_2 \sum x_{i2}^2 + \dots + b_k \sum x_{ik} x_{i2} \\ &\dots \dots \dots \\ \sum y_i x_{ik} &= b_0 \sum x_{ik} + b_1 \sum x_{i1} x_{ik} + b_2 \sum x_{i2} x_{ik} + \dots + b_k \sum x_{ik}^2\end{aligned}\tag{3.13}$$

Persamaan (3.13) disebut persamaan normal. Jika ditulis dalam lambang matriks maka bentuknya menjadi

$$(X'X)b = X'Y,\tag{3.14}$$

bila

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 \\ x_{11} & \dots & x_{n1} \\ x_{12} & \dots & x_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1k} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix}$$

$Y' = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, dan $b' = (b_0, b_1, b_2, \dots, b_k)$.

Bila $X'X$ tidak singular terdapat inversinya, maka persamaan normal (3.14) mempunyai jawab yang tunggal

$$b = (X'X)^{-1}X'Y. \quad (3.15)$$

3.12 Regresi Data Panel

Data panel adalah gabungan antara data *cross section* dan data *time series*, dimana unit *cross section* yang sama diukur pada waktu yang berbeda (Jaya dan Sunengsih, 2009). Beberapa alternatif model yang dapat diselesaikan dengan data panel yaitu:

Model 1: Semua koefisien baik *intercept* maupun *slope* koefisien konstan:

$$Y_{it} = \beta_1 + \sum_{k=2}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3.16)$$

Model 2: *Slope* koefisien konstan, tetapi *intercept* berbeda akibat perbedaan unit *cross section*.

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \sum_{k=2}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3.17)$$

Model 3: *Slope* koefisien konstan, tetapi *intercept* berbeda akibat perbedaan unit *cross section* dan berubahnya waktu.

$$Y_{it} = \beta_{1it} + \sum_{k=2}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3.18)$$

Model 4: *Intercept* dan *slope* koefisien berbeda akibat perbedaan unit *cross section*.

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \sum_{k=2}^k \beta_{ki} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3.19)$$

Model 5: *Intercept* dan *slope* koefisien berbeda akibat perbedaan unit *cross section* dan berubahnya waktu.

$$Y_{it} = \beta_{1it} + \sum_{k=2}^k \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3.20)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, \dots, N$

$t = 1, 2, \dots, N$

N : Banyak unit *cross section*

T : Banyak data *time series*

Y_{it} : Nilai *variable* terikat *cross section* ke- i *time series* ke- t

X_{it} : Nilai *variable* bebas ke- k untuk *cross section* ke- i tahun ke- t

β_{it} : Parameter yang ditaksir

ε_{it} : Unsur gangguan populasi

k : Banyak parameter regresi yang ditaksir

3.12.1 Pooled Regression

Pooled regression merupakan pendekatan data panel yang tidak memperhatikan dimensi individu maupun waktu (Widarjono, 2007). Menurut (Rosadi, 2011) secara umum, bentuk model linier yang dapat digunakan untuk memodelkan data panel sebagai berikut:

$$y_{it} = x'_{i,t} \beta_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.21)$$

Dimana $i = 1, 2, \dots, n$ dan $t = 1, 2, 3, \dots, t$

Keterangan:

$y_{i,t}$: Observasi dari unit ke- i dan diamati pada periode waktu ke- t (yakni variabel dependen yang merupakan suatu data panel).

$x'_{i,t}$: Vektor k variabel-variabel independen atau regresor dari unit ke- i dan diamati pada periode waktu ke- t (yaitu terdapat k variabel independen, dimana setiap variabel merupakan data panel). Disini diasumsikan $x'_{i,t}$ memuat komponen konstanta.

$\varepsilon_{i,t}$: Komponen galat yang diasumsikan memiliki harga mean 0 dan variansi homogen dalam waktu (homokedastisitas) serta independen dengan $x'_{i,t}$.

Estimasi untuk model ini dapat dilakukan dengan metode OLS (*ordinary least square*) biasa. Model data panel sering diasumsikan $\beta_{i,t} = \beta$, yaitu pengaruh dari perubahan dalam x diasumsikan bersifat konstan dalam waktu dan kategori kali silang. Seperti diketahui metode *Ordinary Least Square* (OLS) adalah metode mendapatkan dugaan estimasi parameter regresi sedemikian dengan meminimalkan jumlah kuadrat *error*. Berdasarkan asumsi pertama, persamaan regresi populasi berbentuk:

$$Y = XB + \varepsilon \quad (3.22)$$

Dimana notasi matriks sebagai berikut:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_T \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{K1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1T} & x_{2T} & \cdots & x_{KT} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_K \end{bmatrix}, e = \begin{bmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_T \end{bmatrix} \quad (3.23)$$

Asumsi yang diterapkan pada struktur *error* e adalah:

$$E(e) = 0 \\ E(ee') = \sigma_e^2 I_T$$

Asumsi pertama menyatakan bahwa tidak membuat kesalahan spesifikasi. Sedangkan asumsi kedua adalah bentuk kompak dari pernyataan *no autocorrelation* dan *homoscedasticity*. Asumsi yang diterapkan kepada matriks X bahwa X adalah matriks stokastik yang memiliki rank sebesar $K + 1$ yang harus lebih kecil dari T . Selanjutnya diketahui bahwa *error* di sampel, notasikan dengan u , ialah:

$$u = Y - \hat{Y} = Y - Xb \quad (3.24)$$

$$u'u = (Y - Xb)(Y - Xb)$$

$$u'u = Y'Y - Y'Xb - b'X'Y' + b'X'Xb$$

$$u'u = Y'Y - 2b'X'Y' + b'X'Xb \quad (3.25)$$

Dimana matriks b adalah matriks penduga B dan $u'u$ adalah jumlah *error* kuadrat (*sum of squared error*, SSE) yang diminimalkan. Agar mendapatkan SSE minimal:

$$\frac{\partial uru}{\partial b} = -2X'Y + 2X'Xb = 0 \quad (3.26)$$

Dengan penyelesaian aljabar sederhana didapatkan:

$$X'Xb = X'Y \quad (3.27)$$

Persamaan di atas disebut dengan persamaan normal (*normal equation*) yang sangat penting dalam analisis regresi. Dari persamaan normal tersebut didapatkan formula estimasi dugaan OLS, yaitu

$$b = (X'X)^{-1}X'Y \quad (3.28)$$

3.12.2 Fixed Effect Model

Menurut Gujarati (2012) istilah “*fixed effect*” adalah karena meskipun intersep berbeda-beda untuk setiap subjek, tetapi setiap intersep tiap nilai tidak berubah seiring waktu. Menurut Rosadi (2011), pada *fixed effect* model didapatkan model:

$$y_{i,t} = x'_{i,t} \beta + c_i + d_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3.29)$$

Dimana:

$y_{i,t}$: Observasi dari unit ke- i dan diamati pada periode waktu ke- t (yakni *variable dependent* yang merupakan suatu data panel).

$x'_{i,t}$: Vektor k *variable-variable independent* atau regresor dari unit ke- i dan diamati pada periode waktu ke- t . (yaitu terdapat k *variable independent*, dimana setiap *variable* merupakan data panel). Disini diasumsikan x'_{it} memuat komponen konstanta.

$\varepsilon_{i,t}$: Komponen galat, yang diasumsikan memiliki harga mean 0 dan variansi homogen dalam waktu (homokedastisitas) serta *independent* dengan x'_{it} .

c_i : Konstanta yang bergantung pada unit ke- i , tetapi tidak pada waktu t .

d_t : Konstanta yang bergantung pada waktu t , tetapi tidak pada unit ke- i .

Apabila dalam model memuat komponen c_i dan d_t , disebut model efek tetap dua arah, sedangkan apabila $d_t = 0$ dan $c_i = 0$, disebut model efek tetap satu arah.

Model efek tetap satu arah, sering diasumsikan bahwa komponen $d_t = 0$, memiliki model:

$$y_{i,t} = x'_{i,t}\beta + c_i + \varepsilon_{i,t} \quad (3.30)$$

3.12.3 Random Effect Model

Model efek random perbedaan karakteristik individu dan waktu diakomodasikan pada *error* dari model. Mengingat ada dua komponen yang mempunyai kontribusi pada pembentukan *error*, yaitu individu dan waktu, maka random *error* pada metode efek random juga perlu diurai menjadi *error* untuk komponen waktu dan *error* gabungan (Nachrowi dan Usman 2006).

Pendugaan *random effect* model parameternya dilakukan menggunakan *generalized least square* jika matriks Ω diketahui, namun jika tidak diketahui dilakukan dengan FGLS yaitu menduga elemen matriks Ω . Pada *random effect* model ketidak lengkapan informasi untuk setiap unit *cross section* dipandang sebagai *error* sehingga μ_i adalah bagian dari unsur gangguan. *Random effect* model dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + (\mu_i + e_{it}) \quad (3.31)$$

Asumsi :

$$\mu_i \sim N(0, \sigma_\mu^2) \quad E(\mu_i, \mu_j) = 0 ; i \neq j$$

$$e_{it} \sim N(0, \sigma_e^2) \quad E(\mu_i, e_{it}) = 0$$

$$E(e_{it}, e_{is}) = E(e_{it}, e_{jt}) = E(e_{it}, e_{js}) = 0 ; i \neq j ; t \neq s$$

Data *cross section* ke- i persamaan di atas dapat ditulis $y_i = X_i\beta + (\mu_i 1 + e_i)$. Varian komponen dari unsur gangguan $(\mu_i 1 + e_i)$ untuk unit *cross section* ke- I adalah:

$$\Omega_{T \times T} = \begin{bmatrix} \sigma_\mu^2 + \sigma_e^2 & \sigma_\mu^2 & \cdots & \sigma_\mu^2 \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ \sigma_\mu^2 & \sigma_\mu^2 & \cdots & \sigma_\mu^2 + \sigma_e^2 \end{bmatrix} \quad (3.32)$$

Varians komponen Ω identik untuk setiap unit *cross section*. Sehingga varians komponen untuk seluruh observasi dapat dituliskan:

$$W_{NT \times NT} = \begin{bmatrix} \Omega & 0 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & \Omega \end{bmatrix} \quad (3.33)$$

Jika nilai Ω diketahui maka persamaan (3.33) dapat diduga menggunakan *generalized least square* dengan $\hat{\beta} = (X'W^{-1}X)^{-1}(X'W^{-1}y)$. Jika Ω tidak diketahui maka Ω perlu diduga dengan menduga $\hat{\sigma}_\mu^2$ dan $\hat{\sigma}_e^2$, sehingga persamaan di atas diduga dengan $\hat{\beta} = (X'\hat{W}^{-1}X)^{-1}(X'\hat{W}^{-1}y)$, Dimana $\hat{\sigma}_e^2 = \frac{\hat{e}'\hat{e}}{NT-N-k}$ dengan $\hat{e} = y - X\hat{\beta}$ adalah residu dari *least square dummy variables*. Sedangkan $\hat{\sigma}_\mu^2 = \frac{\hat{\sigma}_1^2 - \hat{\sigma}_e^2}{T}$.

3.13 Pemilihan Model Regresi Data Panel

3.13.1 Uji Chow

Uji chow bertujuan membandingkan antara model gabungan dan model efek tetap. Hipotesis uji chow menurut Firdaus (2011) dalam Kurniadi (2014) sebagai berikut:

- Hipotesis :

$H_0 : \beta_{01} = \beta_{02} = \beta_{03} = \cdots = \beta_{0N}$ (Model *pooling regression* lebih baik)

$H_1 : \text{Minimal terdapat satu } i \text{ dengan } \beta_{0i} \neq 0 ; (i = 1,2,3 \dots, N)$
(*Fixed effect* model lebih baik)

- Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$
- Statistik Uji

Statistik uji dari pengujian ini adalah:

$$F_{hitung} = \frac{(RRSS-URSS)}{(URSS)} \times \frac{(NT-N-k)}{(N-1)} \quad (3.34)$$

- Daerah Kritis

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $p\text{-value} < \alpha = 0.05$

- Kesimpulan

Dengan melihat hasil *p-value* pada statistik uji, $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, berarti digunakan model *fixed effect*.

Dengan RRSS (*restricted residual sum square*) merupakan jumlah kuadrat sisaan model gabungan, URSS (*unrestricted residual sum squared*) merupakan jumlah kuadrat sisaan modal efek tetap, N merupakan banyaknya individu atau jumlah data *cross section*, T merupakan banyaknya waktu atau jumlah data *time series* dan k adalah banyaknya peubah penjelas.

3.13.2 Uji Hausmaan

Memilih pendekatan yang sesuai dengan model persamaan dan data antara *fixed effect* dan *random effect* dapat menggunakan spesifikasi yang dikembangkan oleh Hausmann. Hausmann *test* menggunakan nilai *chi-square* sehingga keputusan pemilihan metode data nilai ini dapat ditentukan secara statistik. Dengan asumsi bahwa *error* secara individual tidak saling berkorelasi begitu juga *error* kombinasinya. Rumus uji Hausmann adalah:

$$H = (\beta_{RE} - \beta_{FE})^2 (\Sigma FE - \Sigma RE)^{-1} (\beta_{RE} - \beta_{FE}) \quad (3.35)$$

Dimana:

β_{RE} : *Random effect estimator*

β_{FE} : *Fixed effect estimator*

ΣFE : Matriks kovarians *fixed effect*

ΣRE : Matriks kovarians *random effect*

- Hipotesis :

H_0 : $E(C_i|X) = 0$ atau digunakan model *random effect* untuk estimasi

H_1 : $E(C_i|X) \neq 0$ atau digunakan model *fixed effect* untuk estimasi

- Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

- Daerah Kritis : H_0 ditolak jika $H > \chi_k^2$ atau $p\text{-value} < \alpha = 0.05$

- Kesimpulan

Dengan melihat hasil *p-value* pada statistik uji, $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, berarti digunakan model *fixed effect*.

3.14 Uji Breusch- Pagan

Menurut Rosadi (2011) uji ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat efek waktu, individu atau keduanya didalam data panel, yaitu dengan menguji hipotesis sebagai berikut:

a. Efek Kali Silang Maupun Waktu

- Hipotesis

$H_0 : C = 0, d = 0$ (tidak terdapat efek kali silang maupun waktu)

$H_1 : C \neq 0, d \neq 0$ (terdapat efek kali silang maupun waktu)

- Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

- Daerah Kritis : H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha = 0.05$

- Kesimpulan

Melihat hasil $p\text{-value} < \alpha$ maka tolak H_0 , berarti dilakukan analisa model (random/*fixed*) *effects* dengan terdapat efek kali-silang maupun waktu.

b. Efek Kali Silang

- Hipotesis

$H_0^c : C = 0, d_t \sim iid, N(0, \sigma_d^2)$ atau tidak terdapat efek kali-silang

$H_1^c : C \neq 0, d_t \sim iid, N(0, \sigma_d^2)$ atau terdapat efek kali silang

- Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

- Daerah Kritis : H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha = 0.05$

- Kesimpulan

Melihat hasil $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, berarti dilakukan analisa model (random/*fixed*) *effects* dengan efek individu atau kali-silang.

c. Efek Waktu

• Hipotesis

$H_0^d : d = 0, C_i \sim iid, N(0, \sigma_c^2)$ atau tidak terdapat efek waktu

$H_1^d : d \neq 0, c_i \sim iid, N(0, \sigma_c^2)$ atau terdapat efek waktu

• Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$

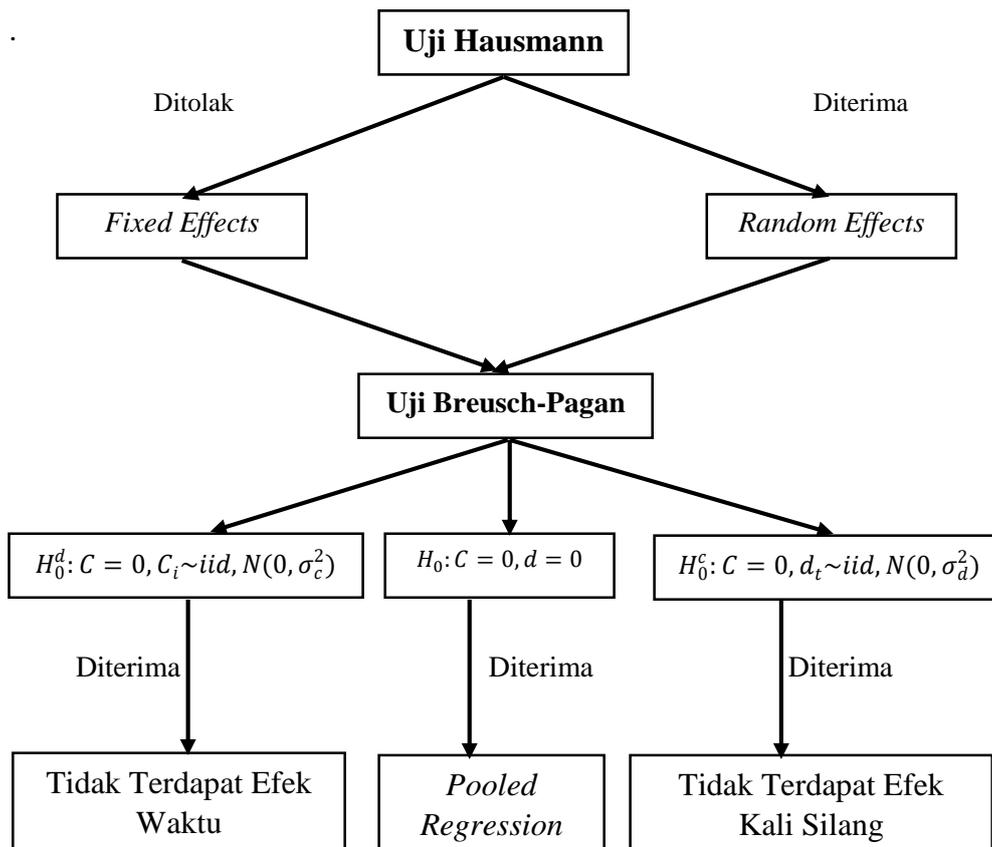
• Statistik Uji

• Daerah Kritis : H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha = 0.05$

• Kesimpulan

Melihat hasil $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, berarti dilakukan analisa model (random/fixed) effects dengan terdapat efek waktu.

Secara umum, langkah-langkah uji hipotesis yang dilakukan adalah sebagai berikut.



Sumber : (Rosadi, 2011)

Gambar 3.1 Tahapan Uji Spesifikasi

3.15 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi

Pengujian signifikansi parameter model regresi dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang terdapat dalam model regresi telah menunjukkan hubungan yang tepat antara variabel bebas dengan variabel dependen. Pengujian dilakukan dalam waktu dua tahap, yaitu pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial (Widarjono, 2005).

3.15.1 Pengujian Koefisien Regresi Secara Simultan

Uji simultan digunakan untuk mengevaluasi pengaruh semua variabel independen terhadap variabel dependen (Widarjono, 2005). Hipotesis uji serentak adalah:

- Hipotesis

$$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal terdapat satu } \beta_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, k$$

- Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$
- Statistik Uji

$$F_{hitung} = \frac{JKR/K}{JKS/(n-k-1)} \quad (3.36)$$

Dengan:

JKR = Jumlah kuadrat regresi

JKS = Jumlah kuadrat sisa

K = Derajat kebebasan JKR

$(n - k - 1)$ = Derajat kebebasan JKS

- Daerah Kritis :

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel} = F_{\alpha, k, (n-k-1)}$ atau $P\text{-value} < \alpha = 0.05$

- Kesimpulan

Hasil $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, berarti minimal terdapat satu $\beta_k \neq 0$ atau variabel independen mempengaruhi variabel dependen.

3.15.2 Pengujian Koefisien Regresi Secara Parsial

Pengujian koefisien regresi secara parsial digunakan untuk membuktikan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Widarjono, 2005). Hipotesis uji parsial yaitu:

- Hipotesis

$H_0 : \beta_k = 0$ (koefisien regresi ke- k tidak signifikan atau variabel independen ke- k tidak berpengaruh nyata terhadap variabel dependen)

$H_1 : \beta_k \neq 0$, (koefisien regresi ke- k signifikan atau variabel independen ke- k berpengaruh nyata terhadap variabel dependen)

- Tingkat signifikansi : $\alpha = 0.05$

- Statistik Uji

$$t_{hitung}(b_k) = \frac{b_k}{\sqrt{var(b_k)}} \quad (3.37)$$

- Daerah Kritis :

H_0 ditolak jika $t_{hitung} > t_{tabel} = t_{\alpha/2, (n-p-1)}$ atau $P\text{-value} < \alpha = 0.05$

- Kesimpulan

Hasil $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak, berarti variabel independen ke- k mempengaruhi variabel dependen.

3.16 Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai yang menunjukkan seberapa besar nilai variabel dependen (Y) dijelaskan oleh variabel independen (X) merupakan definisi koefisien determinasi. Koefisien determinasi ini hanya menunjukkan ukuran proporsi variansi total dalam respon Y yang diterangkan oleh model yang dicocokkan model regresi dinotasikan dengan R^2 (Walpole & Myers, 1995). Nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh dengan rumus:

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3.38)$$

Dimana: $0 \leq R^2 \leq 1$

Keterangan:

JKR = Jumlah kuadrat regresi

JKT = Jumlah kuadrat total

Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa data cocok dengan model regresi yang ada. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 diperoleh sesuai dengan yang dijelaskan oleh masing-masing faktor dalam regresi. Hal ini mengakibatkan bahwa yang dijelaskan hanya disebabkan faktor yang mempengaruhinya.

3.17 Asumsi Klasik

Estimasi parameter analisis regresi berganda yang menggunakan metode kuadrat terkecil dibangun dengan menggunakan beberapa asumsi antara lain, nilai residual berdistribusi normal, tidak terdapat heteroskedastisitas, tidak terdapat multikolinieritas dan tidak terjadi autokorelasi. Pengujian asumsi klasik regresi linier ini diperlukan untuk mendapatkan taksiran kuadrat terkecil yang bersifat *Best Linier Unbiased Estimator* (BLUE) (Rosadi, 2011).

3.17.1 Residual Berdistribusi Normal

Salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi masalah normalitas residual adalah dengan uji Jarque-Bera (JB). Uji statistik dari JB ini menggunakan perhitungan *skewness* dan kurtosis. Adapun formula uji statistik JB adalah sebagai berikut (Widarjono, 2005):

$$JB = N \left[\frac{S_k^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (3.39)$$

Keterangan:

N = Banyak data

S_k = Koefisien *skewness*

K = Koefisien kurtosis

Dengan:

$$K = \frac{\hat{\mu}_4}{\hat{\mu}_2^2} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x})^3}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x})^2 \right)^{3/2}} \quad (3.40)$$

$$S_K = \frac{\hat{\mu}_3}{\hat{\mu}_2^{3/2}} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x})^3}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x})^2 \right)^{3/2}} \quad (3.41)$$

Hipotesis untuk uji JB adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \text{ (Residual berdistribusi normal)}$$

$$H_1 : \varepsilon_i \text{ tidak berdistribusi } N(0, \sigma^2) \text{ (Residual tidak berdistribusi normal)}$$

Keputusan H_0 ditolak ketika nilai probabilitas dari statistik JB lebih kecil dari $\alpha_{(\alpha, 2)}^2$ atau *p-value* lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ yang berarti residual tidak berdistribusi normal.

3.17.2 Homoskedastisitas

Asumsi penting dalam model regresi linier adalah nilai residual yang muncul dalam fungsi regresi populasi mempunyai variansi yang sama atau homoskedastik (Gujarati, 1997).

3.17.2.1 Metode Breusch-Pagan

Metode Breusch-Pagan ini bisa menjelaskan dengan model regresi sederhana sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \quad (3.42)$$

Diasumsikan bahwa varian dari variabel gangguan mempunyai fungsi sebagai berikut:

$$\sigma_i^2 = f(\alpha_0 + \alpha_1 Z_{1i}) \quad (3.43)$$

σ_i^2 adalah fungsi dari variabel nonstokastik Z . Kemudian diasumsikan bahwa:

$$\sigma_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{1i} \quad (3.44)$$

σ_i^2 adalah fungsi linier dari variabel Z . Jika $\alpha_1 = 0$, maka $\sigma_i^2 = \alpha_0$ berarti nilainya konstan. Oleh karena itu untuk menguji apakah σ_i^2 adalah homoskedastisitas maka hipotesis nol yang diajukan adalah bahwa $\alpha_1 = 0$. Langkah metode Breusch-Pagan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Estimasi persamaan (3.42) dengan OLS dan dapatkan residualnya (\hat{e}_i)
2. Mencari $\sigma^2 = \frac{\sum \hat{e}_i^2}{n}$
3. Mencari p_i yang didefinisikan sebagai:

$$p_i = \hat{e}_i^2 / \sigma^2$$

4. Regresi p_i terhadap variable Z sebagai berikut:

$$p_i = \alpha_0 + \alpha_1 Z_i + v_i \quad (3.45)$$

5. Dapatkan ESS (*Explained Sum of Squares*) dari persamaan (3.45) dan kemudian dapatkan:

$$\Phi = 1/2(ESS)$$

Jika residual di dalam persamaan (3.46) terdistribusi normal maka $1/2$ (ESS) akan mengikuti distribusi *chi-square* (χ^2) sebagai berikut:

$$\Phi = \frac{1}{2(ESS)} \sim \chi_{df}^2$$

Hipotesis untuk deteksi heteroskedastisitas adalah sebagai berikut:

$$H_0 : E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 \text{ (Asumsi homoskedastisitas terpenuhi)}$$

$$H_1 : E(\varepsilon_i^2) \neq \sigma^2 \text{ (Asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi)}$$

Keputusan H_0 ditolak ketika nilai *p-value* kurang dari $\alpha = 0.05$ yang berarti asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi atau jika nilai Φ hitung lebih besar dari nilai kritis (χ^2) maka ada heteroskedastisitas. Jika sebaliknya yakni nilai Φ hitung lebih kecil dari nilai kritis (χ^2) maka tidak ada heteroskedastisitas.

3.17.3 Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan hubungan linier antara beberapa atau semua variabel independen di dalam model regresi. Salah satu asumsi dalam model regresi linier klasik adalah tidak terdapat multikolinieritas di antara variabel independen

(Gujarati, 1997). VIF adalah elemen-elemen diagonal utama dari invers matriks korelasi. VIF digunakan sebagai kriteria untuk mendeteksi multikolinieritas pada regresi linier berganda yang melibatkan lebih dari dua variabel independen. Nilai VIF > dari 10 mengindikasikan adanya masalah multikolinieritas yang serius. VIF untuk koefisien regresi ke- j didefinisikan sebagai berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (3.46)$$

Dengan:

R_j^2 = Koefisien determinasi antar x_j dengan *variable* bebas lainnya; ($j = 1, 2, 3, \dots, p$)

Hipotesis dalam pengujian ini sebagai berikut:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_n = 0$ (Tidak Terdapat Multikolinieritas)

$H_1 : \rho_1 \neq \rho_2 \neq \rho_3 \neq \dots \rho_n \neq 0$ (Terdapat Multikolinieritas)

Dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Tolak H_0 jika *p-value* < dari $\alpha = 0.05$ maka dapat disimpulkan terdapat Multikolinieritas.

3.17.4 Autokorelasi

Autokorelasi didefinisikan sebagai korelasi antar anggota serangkaian observasi yang diurutkan menurut waktu (seperti dalam data deretan waktu) atau ruang (seperti dalam data *cross-sectional*). Hipotesis dalam pengujian ini sebagai berikut:

$H_0 : \rho = 0$ (Tidak terdapat autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (Terdapat autokorelasi)

Tolak H_0 jika *p-value* < dari $\alpha = 0.05$ maka dapat disimpulkan terdapat autokorelasi. Uji yang biasa dipakai adalah uji Ratio von Neumann sebagai berikut:

3.17.4.1 Uji Ratio von Neumann

Ratio von Neumann adalah suatu nisbah (*ratio*) dari kuadrat rerata selisih yang berurutan terhadap varian, yaitu:

$$\frac{\delta^2}{S_2} = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2 / (n-1)}{\sum_{t=1}^n (e_t - \bar{e})^2 / n} \quad (3.47)$$

Dalam suatu prosedur OLS, $e = 0$. Jumlah n yang besar, δ^2/S^2 dianggap mendekati distribusi normal dengan

$$\text{Rerata hitung} = E \left[\frac{\delta^2}{S^2} \right] = \frac{2n}{n-1}, \text{ dan}$$

$$\text{Varian} = \text{Var} \left(\frac{\delta^2}{S^2} \right) = \frac{4n^2(n-2)}{(n+1)(n-1)^3}$$

Formula untuk rerata hitung dan varian tersebut dibenarkan jika nilai – nilai e berdistribusi secara bebas (*independently*). Masalahnya, residu dari metode kuadrat terkecil tidak pernah berdistribusi secara bebas, walaupun residu ini merupakan gangguan yang sebenarnya (*distrubances*). Suatu uji sampel besar untuk autokorelasi positif dapat dilakukan, pertama dengan menghitung Ratio von Neumann. Kedua, dengan menggunakan formula untuk rerata hitung dan varian dari *ratio* tersebut. Dari tabel distribusi normal diperoleh jarak antara taksiran ratio dengan nilai rataratanya, dalam satuan σ . Jika *ratio* terletak lebih dari 2σ satuan rataratanya, maka hipotesis tentang adanya autokorelasi dalam data bisa diterima.

3.18 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Evaluasi hasil peramalan digunakan untuk mengetahui ketepatan peramalan yang telah dilakukan terhadap data yang sebenarnya. Kata “ketepatan” menunjukkan seberapa jauh model peramalan tersebut mampu memproduksi data yang telah diketahui (Makridakis, 1991).

Menurut Hansun (2013), nilai MAPE memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan absolut peramalan dibandingkan dengan nilai

sebenarnya. adapun rumus untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut (Makridakis, 1991):

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} \left| \left(\frac{y_{ij} - \hat{f}_k(x_{ij})}{y_{ij}} \right) \times 100\% \right|}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

dengan

y_{ij} : data aktual subyek ke- i pada pengamatan ke- j

$\hat{f}_k(x_{ij})$: hasil estimasi subyek ke- i pada pengamatan ke- j

n_i : banyaknya pengamatan pada subyek ke- i

Semakin kecil nilai MAPE menunjukkan presentase kesalahan yang dihasilkan oleh model juga semakin kecil. Menurut (Halimi, 2013) nilai evaluasi yang dihasilkan mempunyai kriteria MAPE pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Kriteria Nilai MAPE Untuk Evaluasi Peramalan

Kriteria	Keterangan
MAPE < 10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10% ≤ MAPE < 20%	Kemampuan peramalan baik
20% ≤ MAPE < 50%	Kemampuan peramalan cukup
MAPE ≥ 50%	Kemampuan peramalan buruk

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah data taksasi tebu pada PT Perkebunan Nusantara VII Bandar Lampung tahun 2016. Sampel dalam penelitian ini adalah data taksasi tebu pada Pabrik Bungamayang terdiri dari 4 rayon (TS1, TS2, TS3 dan TS4).

4.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder taksasi tebu tahun 2016. Sumber data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari PT Perkebunan Nusantara VII. Periode waktu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dalam kurun waktu setiap 2 minggu dari bulan Mei – Oktober pada tahun 2016 dengan jumlah data 48.

4.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independen. Objek penelitian terdiri dari 4 rayon pada pabrik Bungamayang diantaranya (TS1, TS2, TS3 dan TS4). Adapun perincian variabel penelitian sebagai berikut:

1. Produktivitas Tebu (Y)

Produktivitas tebu merupakan banyaknya produksi tebu setiap luasan areal tanam tebu (Ton/Ha). Komponen pertumbuhan tebu yang menentukan hasil produktivitas tebu antara lain curah hujan, hari hujan, pekerja dan komposisi pupuk yang digunakan.

2. Pekerja (X_1)

Tenaga kerja pada pabrik bungamayang di setiap rayon memiliki jumlah yang berbeda-beda dengan rentang pekerja sebesar 60 – 89 orang. Rentang nilai tersebut diberlakukan karena setiap masa tanam pada masing-masing rayon dengan periode setiap 2 minggu bulan Mei – Oktober tersebut memiliki luas areal yang berbeda-beda.

3. Pupuk KCl (X_2)

Pupuk KCl (Kalium Klorida) yang merupakan salah satu jenis pupuk anorganik, pada pabrik bungamayang di setiap rayon memiliki komposisi yang berbeda dengan rentang komposisi sebesar 170 – 300 Kg/Ha.

4. Hari Hujan (X_3)

Hari hujan adalah hari dimana saat hujan turun yang dihitung pada saat hari pertama pada awal bulan hingga 2 minggu pertama dan saat hari hujan pertama pada pertengahan bulan sampai 2 minggu akhir. Perhitungan hari hujan tersebut dilakukan setiap 2 minggu bulan Mei-Oktober 2016 sesuai masa tanam tebu.

5. Curah Hujan (X_4)

Curah hujan adalah banyaknya hujan yang tercurah (turun) di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Curah hujan 1 (satu) millimeter (mm), artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air setinggi 1 liter.

4.4 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif dan analisis regresi data panel. *Software* yang digunakan dalam analisis deskriptif dan analisis regresi data panel terdiri dari *MS. Excell* 2013 dan R 3.4.4. Analisis deskriptif yang digunakan yaitu untuk melihat gambaran umum mengenai data taksasi tebu PT Perkebunan Nusantara VII. Analisis regresi data panel secara umum terdapat tiga pendekatan yang sering digunakan yaitu *pooled regression* model, *fixed effect* model dan *random effect* model.

Pooled regression model merupakan pendekatan yang paling sederhana, yaitu hanya mengkombinasikan *time series* dan *cross section* dalam bentuk *pooled data*. Pada *fixed effect* model bahwa perbedaan individu dapat diasumsikan melalui perbedaan intersep. Intersep disetiap individu merupakan parameter yang tidak diketahui dan akan diestimasi. Pendekatan yang terakhir yaitu *random effect* model, dalam model ini memilih estimasi data panel dimana residual mungkin saling berhubungan antar waktu dan antar individu.

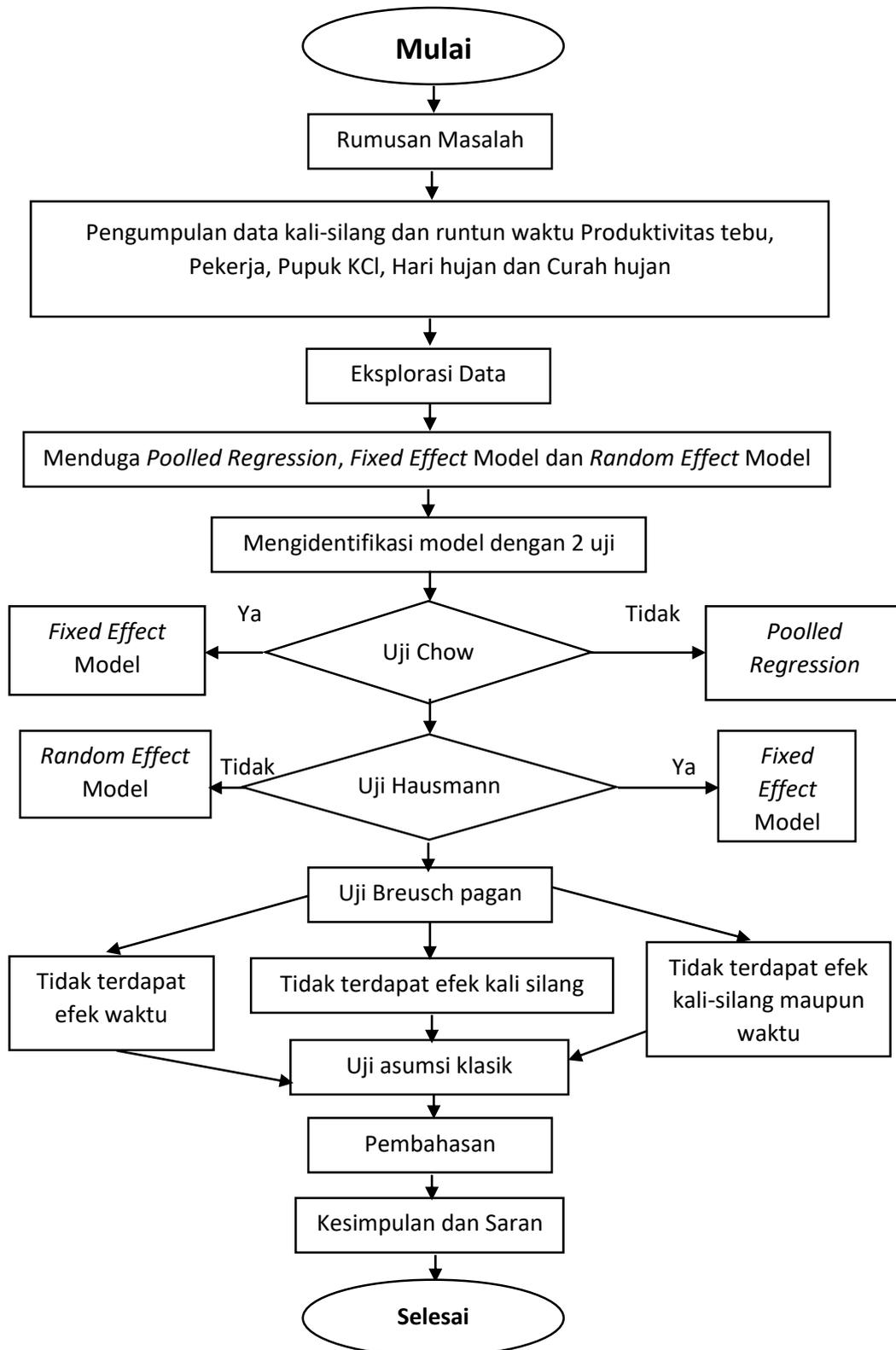
4.5 Tahapan Penelitian

Alur tahapan penelitian yang dilakukan dalam melakukan analisis regresi data panel adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama yaitu perumusan masalah.
2. Langkah selanjutnya mengumpulkan data kali silang dan runtun waktu diantaranya Produktivitas tebu serta faktor yang mempengaruhi yaitu curah hujan, hari hujan, pekerja dan pupuk KCl.
3. Melakukan eksplorasi data taksasi tebu pada 4 rayon diantaranya (TS1, TS2, TS3 dan TS4).
4. Dalam melakukan analisis regresi data panel, terdapat tiga estimasi dalam analisis data panel yaitu *pooled regression*, *fixed effect* model dan *random effect* model. Dalam mengestimasi model-model data panel, dilakukan pengujian model regresi lebih lanjut berupa pengujian hipotesis variabel - variabel tersebut uji F, uji-t dan koefisien determinasi (R^2).
5. Identifikasi model menggunakan uji Chow dan uji Hausmann.
6. Selanjutnya membandingkan *pooled regression* dengan *fixed effect* model. Dalam membandingkan kedua model menggunakan uji Chow dengan kriteria berikut:
 - a. Apabila dalam pengujian hipotesis, keputusan yang didapat gagal tolak H_0 maka model yang digunakan yaitu *pooled regression*.
 - b. Apabila dalam pengujian hipotesis, keputusan yang didapat tolak H_0 maka model yang digunakan yaitu *fixed effect* model.

7. Jika pada tahap uji Chow model yang digunakan adalah *fixed effect* model, selanjutnya membandingkan antara *fixed effect* model dan *random effect* model. Dalam membandingkan kedua model ini, menggunakan uji Hausmann dengan kriteria sebagai berikut:
 - a. Apabila dalam pengujian hipotesis, keputusan gagal tolak H_0 maka model yang digunakan yaitu *random effect* model.
 - b. Apabila dalam pengujian hipotesis, keputusan tolak H_0 maka model yang digunakan yaitu *fixed effect* model.
8. Selanjutnya melihat adanya efek kali silang/waktu menggunakan uji Breusch-Pagan dengan kriteria sebagai berikut:
 - a. Jika dalam pengujian hipotesis uji Breusch-Pagan, gagal tolak H_0 maka dalam model tidak terdapat efek kali silang maupun waktu.
 - b. Jika dalam pengujian hipotesis uji Breusch-Pagan, gagal tolak H_0 maka dalam model tidak terdapat efek kali silang atau individu.
 - c. Jika dalam pengujian hipotesis uji Breusch-Pagan, gagal tolak H_0 maka dalam model tersebut tidak terdapat efek waktu.
9. Tahap selanjutnya pengujian asumsi terhadap model, diantaranya uji normalitas residual (Jarque-Bera), uji multikolinieritas (VIF), uji no autokorelasi (uji Ratio von Neumann) dan uji homoskedastisitas.
10. Selanjutnya interpretasi hasil analisis dan penyusunan kesimpulan.

4.5.1 Flow Chart Penelitian

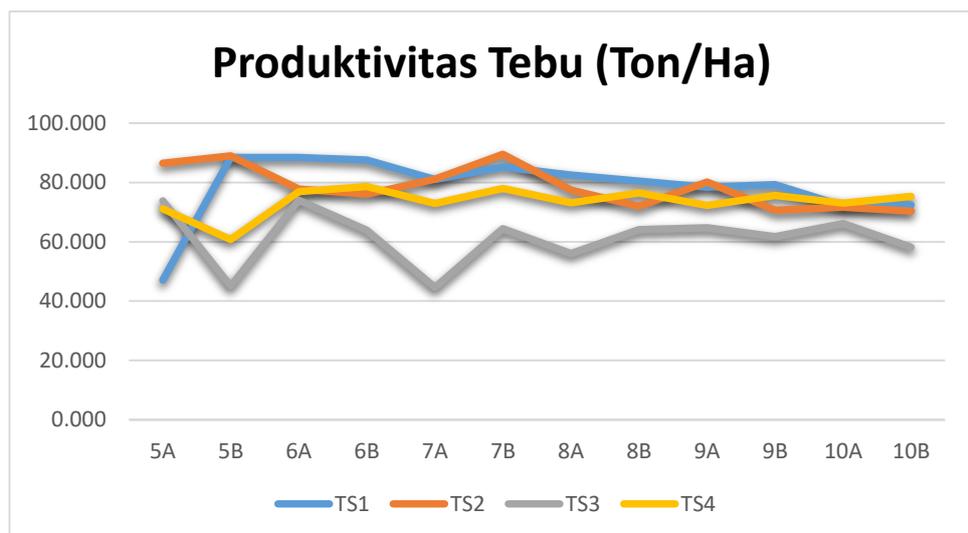


BAB V

PEMBAHASAN

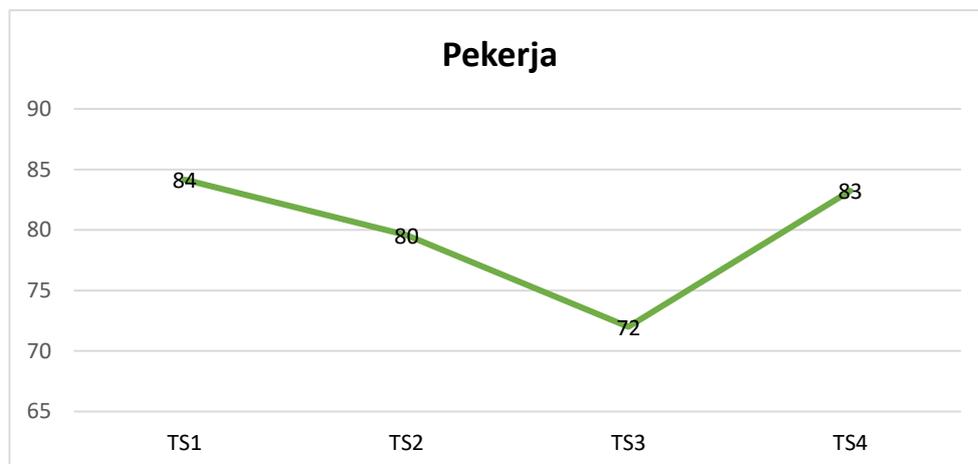
5.1 Analisis Statistika Deskriptif

Analisis deskriptif pada penelitian ini bertujuan melihat gambaran umum 4 rayon diantaranya TS1, TS2, TS3 dan TS4. Diantara gambaran umum 4 rayon dari kelima variabel produktivitas tebu, pekerja, pupuk KCl, hari hujan dan curah hujan sebagai berikut:



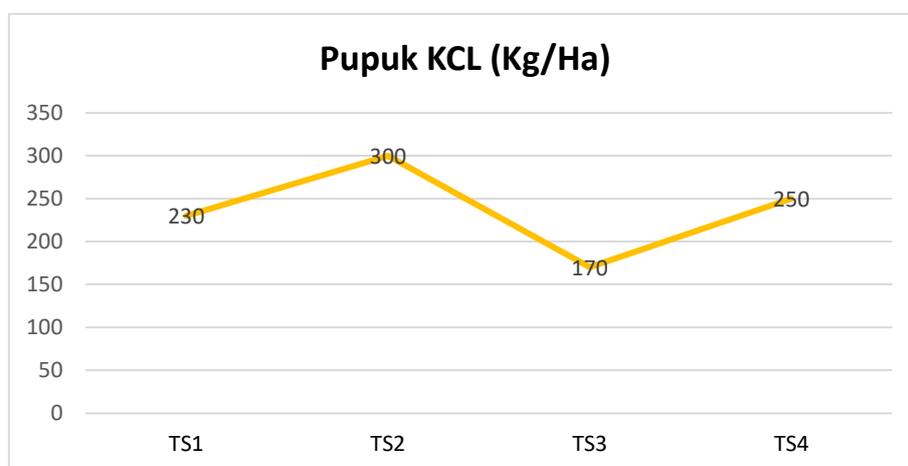
Gambar 5.1 Produktivitas Tebu

Grafik pada **gambar 5.1** terlihat bahwa produktivitas tebu dari masa tanam setiap 2 minggu bulan Mei - Oktober tahun 2016 tertinggi terdapat pada rayon TS1 dan TS2 dengan nilai produktivitas terbesar masing-masing 88.47 Ton/Ha pada 2 minggu bulan Mei akhir (5B) dan 89.50 Ton/Ha pada 2 minggu bulan Juli akhir (7B). Rayon TS4 produktivitas tebu yang dihasilkan terletak pada nilai tengah rata-rata keseluruhan 4 rayon. Produktivitas tebu dengan hasil terendah dari rayon lainnya terletak pada rayon TS3.



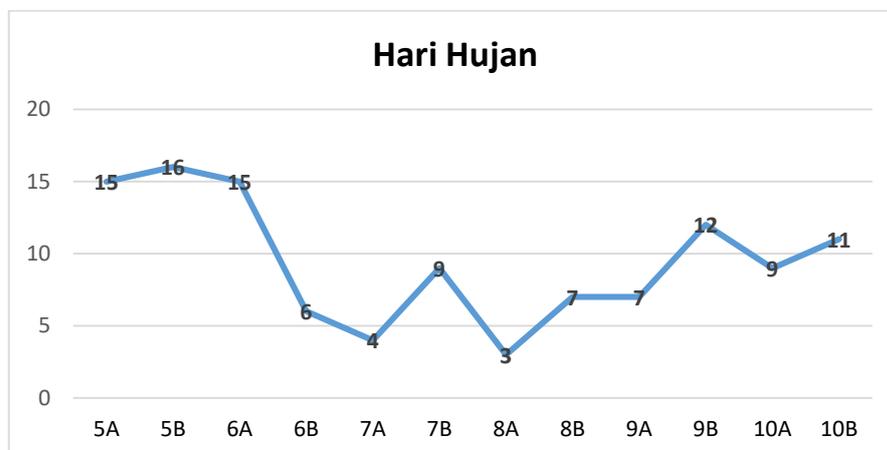
Gambar 5.2 Rata-Rata Jumlah Pekerja

Grafik pada **gambar 5.2** terlihat bahwa rata-rata jumlah pekerja tertinggi terdapat pada rayon TS1 dan TS4 sebesar 84 dan 83 orang. Rayon TS3 memiliki rata-rata jumlah pekerja terendah dari rayon lainnya sebanyak 72 orang.



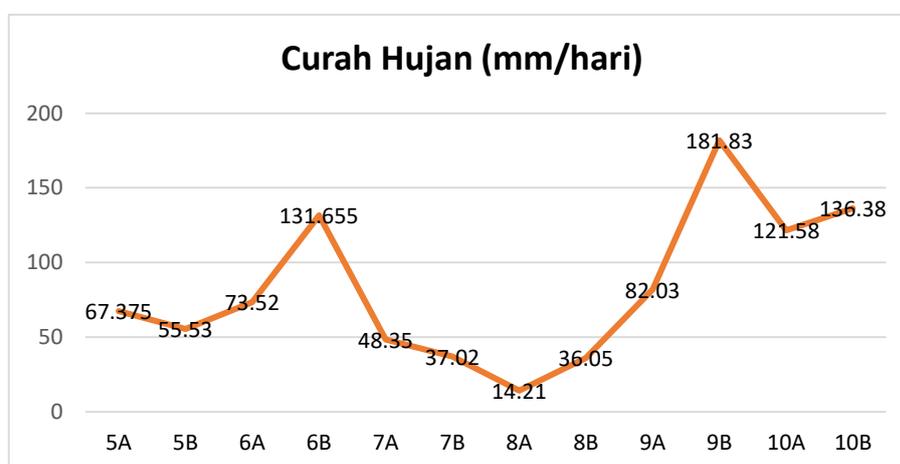
Gambar 5.3 Dosis Pupuk KCL

Grafik pada **gambar 5.3** terlihat bahwa pemberian pupuk kcl terbesar terletak pada rayon TS2 sebesar 300 Kg/Ha. Pemberian pupuk KCl yang memiliki nilai setara terletak pada rayon TS1 dan TS4 sebesar 230 Kg/Ha dan 250 Kg/Ha. Sedangkan pemberian pupuk KCl paling sedikit terletak pada rayon TS3 sebesar 170 Kg/Ha.



Gambar 5.4 Hari Hujan

Grafik pada **gambar 5.4** terlihat bahwa jumlah hari hujan keseluruhan dari 4 rayon tertinggi sebesar 16 hari pada 2 minggu Mei akhir (5B), 15 hari pada 2 minggu Mei awal (5A) dan 15 hari pada 2 minggu Juni awal (6A). Sedangkan jumlah hari hujan keseluruhan dari 4 rayon terendah sebesar 3 hari pada 2 minggu Agustus awal (8A) dan 4 hari pada 2 minggu Juli awal (7A).



Gambar 5.5 Curah Hujan

Grafik pada **gambar 5.5** terlihat bahwa curah hujan tertinggi keseluruhan 4 rayon terletak pada 2 minggu akhir bulan September (9B) sebesar 181.83 mm/hari. Sedangkan curah hujan terendah pada 4 rayon terletak pada 2 minggu awal bulan Agustus (8A) sebesar 14.21 mm/hari.

5.2 Analisis Regresi Data Panel

Pembahasan penduga yang pertama dalam penelitian ini yaitu *pooled regression* sebagai berikut:

5.2.1 Estimasi Pooled Regression

Estimasi *pooled regression* mengkombinasikan data *time series* dan *cross section* dengan menggabungkan data tersebut tanpa melihat perbedaan antar waktu dan individu. Diawali dengan pembahasan uji F sebagai berikut:

5.2.2 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji secara bersama atau uji F untuk mengetahui apakah variabel independen (X) secara bersama-sama berpengaruh terhadap variabel dependen (Y). Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3,4$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil pengujian dengan uji F ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.1 Uji F Pada Pooled Regression

P-value	α
1.0449×10^{-13}	0.05

Pada **tabel 5.1** diatas dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% maka keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena hasil $p\text{-value} = 1.0449 \times 10^{-13} < \alpha (0.05)$. Melihat dari hasil keputusan $p\text{-value}$ kesimpulan yang didapat bahwa secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.2.3 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t bertujuan melihat signifikansi dari pengaruh variabel independen secara individual terhadap variabel dependen dan menganggap variabel independen lain konstan. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0 ; i = 0,1,2,3,4$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0 ; i = 0,1,2,3,4$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil pengujian dengan uji-t ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.2 Uji-t Pada Pooled Regression

Variabel	Koefisien	P-value	α
Konstanta	-21.480526	0.0107607	0.05
Pekerja	0.949323	2.796×10^{-14}	
Pupuk KCl	0.073572	0.0001462	
Hari hujan	0.265379	0.1717118	
Curah hujan	-0.015007	0.3644174	

Pengujian uji-t pada **tabel 5.2** dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh kesimpulan bahwa dalam model *pooled regression* variabel pekerja dan pupuk KCl berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu karena nilai *p-value* lebih kecil ($<$) dari α (0.05). Sedangkan variabel hari hujan dan curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel produktivitas tebu dengan nilai *p-value* masing-masing sebesar 0.1717118 dan 0.3644174 ($>$) dari α (0.05). Variabel yang tidak signifikan dikeluarkan dan dilakukan uji secara bersama (Uji F) kembali sebagai berikut:

5.2.4 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji F kedua dilakukan setelah variabel curah hujan dikeluarkan dari model. Dengan demikian, secara umum hipotesis dituliskan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F kedua ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.3 Uji F Kedua Pada Pooled Regression

P-value	α
2.0012×10^{-16}	0.05

Hasil uji F dengan tingkat kepercayaan 95% keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 2.0012 \times 10^{-14} < \alpha = 0.05$. Kesimpulan didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.2.5 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t kedua dilakukan setelah variabel curah hujan dikeluarkan dari model *pooled regression*. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0; i = 0,1,2,3$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3$ (Variabel dependen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil pengujian dengan uji-t kedua ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.4 Uji-t Kedua Pada Pooled Regression

Variabel	Koefisien	P-value	α
Konstanta	-22.194068	0.0081165	0.05
Pekerja	0.947256	2.212×10^{-12}	
Pupuk KCl	0.073832	0.0001322	
Hari hujan	0.221594	0.2362234	

Hasil uji-t diperoleh keputusan tolak H_0 karena nilai *p-value* kedua variabel pekerja dan pupuk KCl lebih kecil ($<$) dari $\alpha = 0.05$. Sedangkan variabel hari hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel produktivitas tebu dengan nilai *p-value* sebesar 0.2362234 lebih besar ($>$) dari α (0.05). Variabel yang tidak signifikan dikeluarkan dan dilakukan uji secara bersama (Uji F) kembali sebagai berikut:

5.2.6 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji F ketiga dilakukan setelah variabel hari hujan dikeluarkan dari model. Dengan demikian, secara umum hipotesis dituliskan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F ketiga ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.5 Uji F Ketiga Pada Pooled Regression

P-value	α
4.0789×10^{-15}	0.05

Hasil uji F dengan tingkat kepercayaan 95% keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai *p-value* = $4.0789 \times 10^{-15} < \alpha = 0.05$. Kesimpulan didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.2.7 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t ketiga dilakukan setelah variabel hari hujan dikeluarkan dari model *pooled regression*. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0 : i = 0,1,2$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2$ (Variabel dependen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil pengujian dengan uji-t ketiga ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.6 Uji-t Ketiga Pada Pooled Regression

Variabel	Koefisien	P-value	α
Konstanta	-19.025514	0.0159133	0.05
Pekerja	0.929736	2.564×10^{-14}	
Pupuk KCl	0.075234	0.0001036	

Hasil uji-t diperoleh keputusan tolak H_0 karena nilai p-value kedua variabel yaitu pekerja dan pupuk KCl lebih kecil ($<$) dari $\alpha = 0.05$. Sehingga kesimpulan pada model *pooled regression* variabel yang berpengaruh dan signifikan terhadap produktivitas tebu adalah pekerja dan pupuk KCl. Estimasi model *pooled regression* adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Tebu} = -19.025514 + 0.929736(\text{Pekerja}) + 0.075234(\text{Pupuk KCl}) + \varepsilon$$

5.2.8 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi atau R^2 menunjukkan kebaikan model dengan semakin besar R^2 semakin baik pula modelnya. Nilai R^2 berada diantara nilai 0% sampai dengan 100%.

Tabel 5.7 R-Square Model Pooled Regression

Model	Koefisien Determinasi
<i>Pooled Regression</i>	0.7706

Analisis model *pooled regression* koefisien determinasi yang dihasilkan sebesar 0.7706 atau 77.06%. Bahwa variabel pekerja dan pupuk KCl secara langsung mempengaruhi variabel produktivitas tebu sebesar 77.06%, sedangkan sisanya sebesar 22.94% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model.

5.3 Estimasi Fixed Effect Model

Pembahasan estimasi *fixed effect* model diawali dengan uji F sebagai berikut:

5.3.1 Uji Secara Bersama (Uji F)

Secara umum hipotesisnya dituliskan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3,4$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil pengujian dengan uji F ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.8 Uji F Pada Fixed Effect Model

P-value	α
6.7231×10^{-09}	0.05

Berdasarkan **tabel 5.6** keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 6.7231 \times 10^{-09} < \alpha = 0.05$. Kesimpulan yang didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.3.2 Uji Secara Individu (Uji-t)

Hipotesis yang digunakan pada uji-t adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0; i = 0,1,2,3,4$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3,4$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil pengujian dengan uji-t ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.9 Uji-t Pada Fixed Effect Model

Variabel	Koefisien	P-value	α
Pekerja	0.998170	2.13×10^{-12}	0.05
Pupuk KCl	0.480644	0.00579	
Hari hujan	0.188162	0.27799	
Curah hujan	-0.011586	0.42493	

Hasil uji-t **tabel 5.7** diperoleh kesimpulan bahwa dalam *fixed effect* model variabel pekerja dan pupuk KCl berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu karena nilai *p-value* masing-masing sebesar 2.13×10^{-12} dan 0.00579 ($<$) dari $\alpha = 0.05$. Sedangkan pada variabel hari hujan dan curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel produktivitas tebu dengan nilai kedua *p-value* sebesar 0.27799 dan 0.42493 ($>$) dari $\alpha = 0.05$. Variabel yang tidak signifikan dikeluarkan dan dilakukan uji F kembali sebagai berikut:

5.3.3 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji F kedua dilakukan setelah variabel curah hujan hujan dikeluarkan dari model. Secara umum hipotesisnya sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F kedua ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.10 Uji F Kedua Pada Fixed Effect Model

P-value	α
1.3936×10^{-11}	0.05

Keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 1.3936 \times 10^{-11} < \alpha = 0.05$. Kesimpulan yang didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.3.4 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t kedua dilakukan setelah variabel curah hujan dikeluarkan dari model *fixed effect*. Hipotesis yang digunakan pada uji-t adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0 ; i = 0,1,2,3$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0 ; i = 0,1,2,3$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil uji-t kedua ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.11 Uji-t Kedua Pada Fixed Effect Model

Variabel	Koefisien	P-value	α
Pekerja	0.996418	1.495×10^{-12}	0.05
Pupuk KCl	0.494020	0.004278	
Hari hujan	0.151717	0.361186	

Diperoleh kesimpulan bahwa dalam *fixed effect* model variabel pekerja dan pupuk KCl berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu karena nilai $p\text{-value}$ sebesar 1.495×10^{-12} dan 0.004278 (<) dari $\alpha = 0.05$. Sedangkan pada variabel hari hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel produktivitas tebu dengan nilai $p\text{-value}$ sebesar 0.361186 (>) dari $\alpha = 0.05$. Variabel yang tidak signifikan yaitu hari hujan dikeluarkan dari model dan dilakukan uji secara bersama (Uji F) kembali sebagai berikut:

5.3.5 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji F ketiga dilakukan setelah variabel hari hujan dikeluarkan dari model. Secara umum hipotesisnya sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F ketiga ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.12 Uji F Ketiga Pada Fixed Effect Model

P-value	α
1.124×10^{-10}	0.05

Keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 1.124 \times 10^{-10} < \alpha = 0.05$. Sehingga kesimpulan yang didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.3.6 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t ketiga dilakukan setelah variabel hari hujan dikeluarkan dari model *fixed effect*. Hipotesis yang digunakan pada uji-t adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0 : i = 0,1,2$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil uji-t ketiga ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.13 Uji-t Ketiga Pada Fixed Effect Model

Variabel	Koefisien	P-value	α
Pekerja	0.981806	1.152×10^{-11}	0.05
Pupuk KCl	0.523301	0.002137	

Variabel pekerja dan pupuk KCl berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu karena nilai $p\text{-value}$ sebesar 1.152×10^{-11} dan 0.002137 ($<$) dari $\alpha = 0.05$. Kesimpulan bahwa dalam *fixed effect* model variabel pekerja dan

pupuk KCl yang berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu. Estimasi *fixed effect* model didapat sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Tebu}_{it} = 0.981806(\text{Pekerja}_{it}) + 0.523301(\text{Pupuk KCl}_{it}) + c_i + d_t + \varepsilon_{it}$$

5.3.7 Koefisien Determinasi (R^2)

R^2 menunjukkan kebaikan model dengan semakin besar R^2 semakin baik pula modelnya. Nilai R^2 berada diantara nilai 0% sampai dengan 100%.

Tabel 5.14 R-Square Fixed Effect Model

Model	Koefisien Determinasi
<i>Fixed Effect Model</i>	0.7196

Dalam analisis *fixed effect* model koefisien determinasi yang dihasilkan sebesar 0.7196 atau 71.96%. Bahwa variabel pekerja dan pupuk KCl secara langsung mempengaruhi variabel produktivitas tebu sebesar 71.96%, sedangkan sisanya sebesar 28.04% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model.

5.4 Estimasi Random Effect Model

Pembahasan estimasi model efek acak diawali dengan uji F sebagai berikut:

5.4.1 Uji Secara Bersama (Uji-F)

Secara umum hipotesis dituliskan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3,4$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.15 Uji F Pada Random Effect Model

P-value	α
5.9924×10^{-11}	0.05

Keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 5.9924 \times 10^{-11} < \alpha = 0.05$. Berarti kesimpulan yang didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.4.2 Uji Secara Individu (Uji-t)

Hipotesis yang digunakan pada uji-t adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0 ; i = 0,1,2,3,4$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0 ; i = 0,1,2,3,4$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil uji-t ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.16 Uji-t Pada Random Effect Model

Variabel	Koefisien	P-value	α
Konstanta	-29.778657	0.02926	0.05
Pekerja	0.982179	3.253×10^{-12}	
Pupuk KCl	0.097231	0.03992	
Hari hujan	0.269144	0.13139	
Curah hujan	-0.014906	0.32401	

Diperoleh kesimpulan bahwa dalam *random effect* model variabel pekerja dan pupuk KCl berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu karena nilai $p\text{-value}$ kedua variabel sebesar 3.253×10^{-12} dan 0.03992 ($<$) dari nilai $\alpha = 0.05$. Sedangkan pada variabel hari hujan dan curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel produktivitas tebu dengan nilai $p\text{-value}$ masing-masing sebesar

0.13139 dan 0.32401 ($>$) dari nilai $\alpha = 0.05$. Variabel hari hujan dan curah hujan tersebut dikeluarkan dengan terlebih dahulu variabel curah hujan dan dilakukan uji F kembali sebagai berikut:

5.4.3 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji F kedua dilakukan setelah variabel curah hujan dikeluarkan dari model. Dengan demikian, secara umum hipotesis dituliskan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F kedua ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.17 Uji F Kedua Pada Random Effect Model

P-value	α
1.5206×10^{-11}	0.05

Keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 1.5206 \times 10^{-11} < \alpha = 0.05$. Kesimpulan yang didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.4.4 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t kedua dilakukan setelah variabel curah hujan dikeluarkan dari model *random effect*. Hipotesis yang digunakan pada uji-t sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0; i = 0,1,2,3$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2,3$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil uji-t kedua ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.18 Uji-t Kedua Pada Random Effect Model

Variabel	Koefisien	P-value	α
Konstanta	-30.760558	0.02451	0.05
Pekerja	0.979590	2.753×10^{-12}	
Pupuk KCl	0.098832	0.03737	
Hari hujan	0.225246	0.19038	

Keputusan yang didapat adalah tolak H_0 karena nilai p-value variabel pekerja dan pupuk KCl sebesar 2.753×10^{-12} dan 0.03737 lebih kecil ($<$) dari $\alpha = 0.05$. Sedangkan pada variabel hari hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel produktivitas tebu dengan nilai p-value sebesar 0.19038 ($>$) dari nilai $\alpha = 0.05$. Variabel hari hujan tersebut dikeluarkan dan dilakukan uji F kembali sebagai berikut:

5.4.5 Uji Secara Bersama (Uji F)

Uji F ketiga dilakukan setelah variabel hari hujan dikeluarkan dari model. Dengan demikian, secara umum hipotesis dituliskan sebagai berikut:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$ (Variabel independen secara bersama-sama tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model tidak layak)

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 0,1,2$ (Minimal terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel produktivitas tebu atau model layak)

Hasil uji F ketiga ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.19 Uji F Ketiga Pada Random Effect Model

P-value	α
4.4717×10^{-12}	0.05

Keputusan yang diambil yaitu tolak (H_0) karena nilai $p\text{-value} = 4.4717 \times 10^{-12} < \alpha = 0.05$. Kesimpulan yang didapat secara bersama-sama variabel independen mempengaruhi variabel produktivitas tebu.

5.4.6 Uji Secara Individu (Uji-t)

Uji-t ketiga dilakukan setelah variabel hari hujan dikeluarkan dari model *random effect*. Hipotesis yang digunakan pada uji-t sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0 ; i = 0,1,2$ (Variabel independen ke- i (X_i) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

$H_1 : \beta_i \neq 0 ; i = 0,1,2$ (Variabel independen ke- i (X_i) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)).

Hasil uji-t ketiga ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.20 Uji-t Ketiga Pada Random Effect Model

Variabel	Koefisien	P-value	α
Konstanta	-27.893326	0.03949	0.05
Pekerja	0.956753	3.757×10^{-12}	
Pupuk KCl	0.103426	0.03078	

Keputusan yang didapat adalah tolak H_0 karena nilai $p\text{-value}$ variabel pekerja dan pupuk KCl masing-masing sebesar 3.757×10^{-12} dan 0.03078 lebih kecil ($<$) dari $\alpha = 0.05$. Sehingga kesimpulan pada estimasi model *random effect* model variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu adalah pekerja dan pupuk KCl. Estimasi pada *random effect* model yang didapat sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Tebu}_{it} = -27.893326 + 0.956753 (\text{Pekerja}_{it}) + 0.103426(\text{Pupuk KCl}_{it}) + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

5.4.7 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi atau R^2 menunjukkan kebaikan model dengan semakin besar R^2 semakin baik pula modelnya. Nilai R^2 berada diantara nilai 0% sampai dengan 100%.

Tabel 5.21 R-Square Random Effect Model

Model	Koefisien Determinasi
<i>Random Effect Model</i>	0.6869

Analisis *random effect* model koefisien determinasi yang dihasilkan sebesar 0.6869 atau 68.69%. Bahwa variabel pekerja dan pupuk KCl secara langsung mempengaruhi variabel produktivitas tebu sebesar 68.69%, sedangkan sisanya sebesar 31.31% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model.

5.5 Pemilihan Model Regresi Data Panel

Uji yang digunakan dalam penentuan model *pooled regression*, *fixed effect* model dan *random Effect* model adalah uji Chow dan uji Hausmann sebagai berikut:

5.5.1 Uji Chow

Membandingkan model *pooled regression* dan *fixed effect* model merupakan tujuan dari uji Chow. Hipotesis uji Chow sebagai berikut:

$H_0 : \beta_{01} = \beta_{02} = \beta_{03} = \dots = \beta_{0N}$ (Model yang sesuai *pooled regression*)

$H_1 : \beta_{0i} \neq 0 ; (i = 1,2,3 \dots, N)$ (Model yang sesuai *fixed effect* model)

Hasil pengujian dari uji Chow pada tabel di bawah sebagai berikut:

Tabel 5.22 Uji Chow

P-value	α
0.001654	0.05

Keputusan yang didapat yaitu tolak (H_0) karena nilai *p-value* = 0.001654 (<) dari nilai $\alpha = 0.05$. Kesimpulan yang didapat dari uji Chow berarti model yang sesuai adalah *fixed effect* model.

5.5.2 Uji Hausmann

Uji Hausmann bertujuan melihat apakah terdapat *fixed effect* model didalam data panel. Hipotesis dalam uji Hausmann yaitu sebagai berikut:

$H_0 : E(C_i|X) = 0$ (Digunakan *random effect* model untuk estimasi)

$H_1 : E(C_i|X) \neq 0$ (Digunakan *fixed effect* model untuk estimasi)

Tabel 5.23 Uji Hausmann

P-value	α
0.02333	0.05

Keputusan yang diambil yaitu gagal tolak H_0 karena dilihat dari nilai *p-value* = 0.02333 (>) dari nilai $\alpha = 0.05$. Kesimpulan dari uji Hausmann tersebut yaitu digunakan *fixed effect* model untuk estimasi model.

5.6 Uji Spesifikasi Model (Uji Breusch-Pagan)

Uji Breusch-Pagan dilakukan untuk melihat apakah terdapat efek waktu, kali silang atau keduanya dalam model. Hipotesis uji Breusch-Pagan sebagai berikut:

- a. Uji efek kali-silang maupun waktu

$H_0 : C = 0, d = 0$ (Tidak terdapat efek kali silang maupun waktu)

$H_1 : C \neq 0, d \neq 0$ (Terdapat efek kali silang maupun waktu)

- b. Uji efek kali silang atau individu

$H_0^C : C = 0, d_t \sim iid, N(0, \sigma_d^2)$ (Tidak terdapat efek kali-silang atau individu)

$H_1^C : C \neq 0, d_t \sim iid, N(0, \sigma_d^2)$ (Terdapat efek kali silang atau individu)

- c. Uji efek waktu

$H_0^d : d = 0, C_i \sim iid, N(0, \sigma_C^2)$ (Tidak terdapat efek waktu)

$H_1^d : d \neq 0, C_i \sim iid, N(0, \sigma_C^2)$ (Terdapat efek waktu)

Tabel 5.24 Uji Breusch-Pagan

Model	Hipotesis	P-value	α
Fixed Effect Model	$H_0: C_i = 0, d_t = 0$	0.1989	0.05
	$H_0: C_i = 0$	0.1364	
	$H_0: d_t = 0$	0.3145	

Uji adanya efek kali silang maupun waktu dengan nilai *p-value* = 0.1989(<) dari $\alpha = 0.05$ diputuskan gagal tolak (H_0). Kesimpulan bahwa tidak terdapat efek kali silang maupun waktu. Berikutnya menguji adanya efek kali silang atau adanya efek individu dengan nilai *p-value* = 0.1364 (<) dari $\alpha = 0.05$ diputuskan gagal tolak (H_0). Kesimpulan bahwa tidak terdapat efek kali silang atau individu. Berikutnya menguji adanya efek waktu dengan nilai *p-value* = 0.3145 (<) dari $\alpha = 0.05$ diputuskan gagal tolak (H_0). Kesimpulan bahwa tidak terdapat efek waktu.

Berdasarkan uji Chow dan uji Hausmann, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model yang sesuai untuk menjelaskan variabel pekerja dan pupuk KCl terhadap produktivitas tebu adalah *fixed effect* model. Sedangkan pada uji spesifikasi model menggunakan Breusch-Pagan dihasilkan bahwa tidak terdapat efek kali silang maupun waktu terhadap model yang terpilih. Sehingga kesimpulan didapatkan bahwa model yang cocok digunakan adalah *pooled regression*, karena pada model *pooled regression* tersebut tidak terdapat efek kali silang maupun waktu sesuai dengan hasil uji spesifikasi model Breusch-Pagan di atas.

5.7 Model Terpilih

Hasil pemilihan model regresi data panel dan uji spesifikasi model di atas, bahwa model yang terpilih dan cocok digunakan adalah *pooled regression* model dengan *output* sebagai berikut:

Tabel 5.25 Pooled Regression Model

Variabel	Koefisien
Konstanta	-19.025514
Pekerja	0.929736
Pupuk KCl	0.075234

Adapun persamaan pada *pooled regression* model adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Tebu} = -19.025514 + 0.929736(\text{Pekerja}) + 0.075234(\text{Pupuk KCl}) + \varepsilon$$

5.8 Pengujian Asumsi Pada Model

Pengujian asumsi klasik yang dilakukan yaitu uji normalitas residual, uji heteroskedastisitas, uji multikolinearitas dan uji autokorelasi dengan hasil dan pembahasan sebagai berikut:

5.8.1 Uji Normalitas

Metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi masalah normalitas residual adalah uji Jarque Bera. Hipotesis untuk uji Jarque Bera sebagai berikut:

$$H_0 : \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \text{ (Residual berdistribusi normal)}$$

$$H_1 : \varepsilon_i \text{ tidak berdistribusi } N(0, \sigma^2) \text{ (Residual tidak berdistribusi normal)}$$

Hasil uji Jarque Bera sebagai berikut:

Tabel 5.26 Uji Jarque Bera

Uji Pengaruh	P-value	α
Uji Jarque Bera	0.5533	0.05

Uji normalitas menggunakan uji Jarque-Bera didapat keputusan bahwa gagal tolak H_0 karena nilai $p\text{-value} = 0.5533 (>) \alpha = 0.05$ dengan kesimpulan residual atau data berdistribusi normal.

5.8.2 Uji No Autokorelasi

Salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi masalah autokorelasi adalah uji Ratio von Neumann. Berikut pengujian hipotesisnya:

$$H_0 : \rho = 0 \text{ (Tidak terdapat autokorelasi)}$$

$$H_1 : \rho \neq 0 \text{ (Terdapat autokorelasi)}$$

Hasil pengujian ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.27 Uji Ratio von Neumann

P-value	α
0.1167	0.05

Hasil uji Ratio von Neumann didapat keputusan bahwa *p-value* sebesar $0.1167 > \alpha (0.05)$ berarti gagal tolak H_0 dengan kesimpulan tidak terdapat autokorelasi pada analisis *pooled regression* model. Sehingga asumsi tidak adanya autokorelasi terpenuhi.

5.8.3 Uji Homoskedastisitas

Uji homoskedastisitas bertujuan untuk melihat sebaran atau variansi titik-titik dari nilai residual salah satunya dengan metode Breusch-Pagan. Hipotesis untuk mendeteksi homoskedastisitas adalah sebagai berikut:

$$H_0 : E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 \text{ (Asumsi homoskedastisitas terpenuhi)}$$

$$H_1 : E(\varepsilon_i^2) \neq \sigma^2 \text{ (Asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi)}$$

Hasil pengujian ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.28 Uji Breusch-Pagan

Uji Pengaruh	P-value	α
Uji Breusch-Pagan	0.1962	0.05

Hasil uji homoskedastisitas menggunakan Breusch Pagan nilai *p-value* = 0.1962 ($>$) $\alpha = 0.05$ sehingga keputusan gagal tolak H_0 . Kesimpulan yang didapat asumsi tidak terdapat masalah heteroskedastisitas terpenuhi. Sehingga fakta bahwa tidak terdapat masalah heteroskedastisitas terpenuhi.

5.8.4 Uji No Multikolinearitas

Dalam memastikan terdapat masalah multikolinearitas, dengan melihat nilai *variance inflation factor* (VIF) dapat mendeteksi masalah multikolinearitas. Nilai VIF yang melebihi angka 10 maka dikatakan multikolinearitas dengan nilai VIF sebagai berikut:

Tabel 5.29 Nilai VIF

Variabel Independen	VIF	P-value	α
Pekerja	1.121152	0.6899	0.05
Pupuk KCl	1.121152	0.3359	

Hipotesis dalam pengujian ini sebagai berikut:

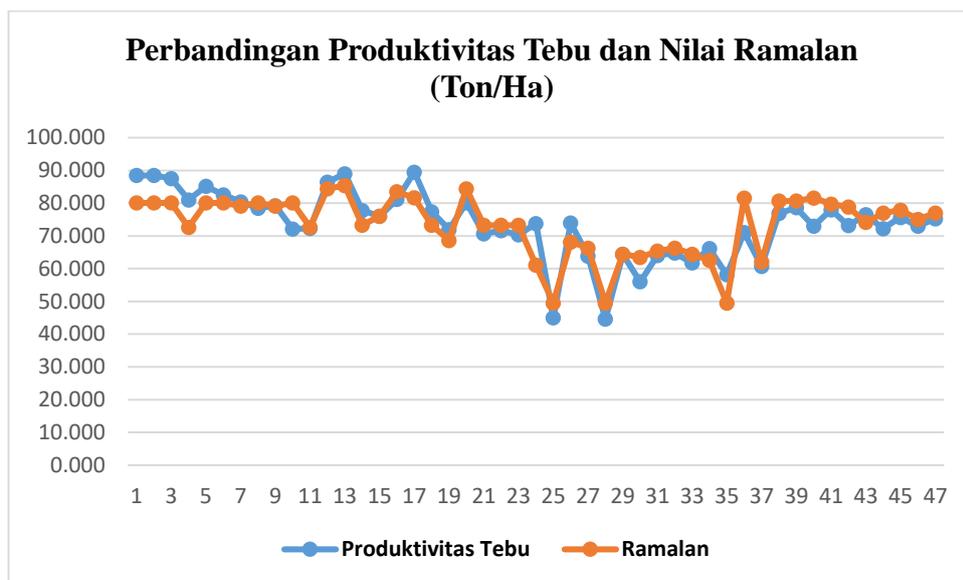
$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = 0$ (Tidak Terdapat Multikolinieritas)

$H_1 : \rho_1 \neq \rho_2 \neq 0$ (Terdapat Multikolinieritas)

Hasil uji multikolinieritas nilai *p-value* masing-masing = 0.6899 dan 0.3359 ($>$) $\alpha = 0.05$ sehingga keputusan gagal tolak H_0 . Sedangkan nilai VIF untuk variabel pekerja = 1.121152 dan pupuk KCl = 1.121152. Masing-masing variabel independen tersebut nilai VIF yang dihasilkan kurang dari ($<$) 10 sehingga hasil *p-value* dan VIF tersebut disimpulkan tidak terdapat masalah multikolinearitas. Asumsi multikolinieritas dalam penelitian ini telah terpenuhi.

5.9 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Selanjutnya untuk mengetahui seberapa baik hasil prediksi nilai produktivitas tebu maka digunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan absolut prediksi dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Berikut merupakan grafik perbedaan nilai real produktivitas tebu dan nilai peramalan produktivitas tebu:



Gambar 5.6 Grafik Peramalan MAPE

Perbandingan antara nilai real produktivitas tebu terhadap hasil peramalan pada grafik di atas tidak jauh berbeda, yaitu terdapat peramalan yang tepat pada hasil produktivitas tebu, terdapat peramalan yang kurang dari nilai real produktivitas tebu dan terdapat nilai peramalan yang melebihi nilai real produktivitas tebu. Dalam melihat akurasi peramalan terhadap *pooled regression* model digunakan perhitungan MAPE dengan kriteria kemampuan peramalan sebagai berikut:

Tabel 5.30 Kriteria Nilai Peramalan MAPE

Kriteria	Keterangan
$MAPE < 10\%$	Kemampuan peramalan sangat baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Kemampuan peramalan baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Kemampuan peramalan cukup

MAPE \geq 50%	Kemampuan peramalan buruk
-----------------	---------------------------

Berikut merupakan hasil perhitungan peramalan produktivitas tebu pada *pooled regression* model menggunakan nilai MAPE:

Tabel 5.31 Nilai Peramalan MAPE

Prediksi	MAPE
Produktivitas Tebu	5.6%

Nilai MAPE yang dihasilkan pada perhitungan sebesar 5.6% yang berarti bahwa hasil perhitungan tersebut kemampuan peramalan pada *pooled regression* model sangat baik.

5.10 Interpretasi Hasil

Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa model data panel yang sesuai yaitu *pooled regression* model, dengan tidak terdapat efek individu maupun waktu. Analisis dalam model ini menyimpulkan bahwa secara bersama-sama variabel pekerja dan pupuk KCl langsung mempengaruhi Produktivitas Tebu di 4 rayon pada Pabrik Bungamayang sebesar 77.06 % sisanya sebesar 22.94% Produktivitas Tebu dipengaruhi oleh faktor lain diluar model. Berdasarkan model yang terpilih yaitu *pooled regression* model maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Tebu} = -19.025514 + 0.929736(\text{Pekerja}) + 0.075234(\text{Pupuk KCl}) + \varepsilon$$

Penduga persamaan regresi sebagai contoh rayon TS2 (tebu sendiri 2) adalah sebagai berikut:

Rayon TS2:

$$\text{Produktivitas Tebu} = -19.025514 + 0.929736(\text{Pekerja}) + 0.075234(\text{Pupuk KCl}) + \varepsilon$$

Dimisalkan rayon TS2 (tebu sendiri 2) masa tanam bulan Juni pada 2 minggu awal, nilai pekerja sebanyak 75 (orang) dan pupuk KCl sebesar 300 (Kg/Ha). Nilai tersebut disubstitusikan ke dalam persamaan di atas sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Tebu} = -19.025514 + 0.929736(75) + 0.075234(300)$$

$$\text{Produktivitas Tebu} = 73.27 \text{ Ton/Ha}$$

Bahwa rayon TS2 masa tanam bulan Juni pada 2 minggu awal dengan nilai pekerja dan pupuk KCl yang telah disubstitusi pada persamaan *pooled regression* model di atas menghasilkan produktivitas tebu sebesar 73.27 (Ton/Ha).

5.10.1 Pengaruh Pekerja Terhadap Produktivitas Tebu

Pada variabel pekerja berpengaruh signifikan dan memiliki hubungan positif terhadap produktivitas tebu. Setiap kenaikan 1 (orang) dari nilai pekerja dengan nilai variabel lain konstan maka nilai produktivitas tebu bertambah sebesar 0.939736. Sebaliknya, dengan kelebihan tenaga kerja yang digunakan akan menjadikan suasana kerja menjadi jelek atau tidak kondusif, pengawasan menjadi lebih sulit dan kualitas pekerja menjadi tidak mudah dikontrol. Berbagai hal tersebut sangat berpengaruh terhadap jumlah produktivitas tebu yang didapatkan dan pada akhirnya secara otomatis akan menurunkan pendapatan para petani tebu.

5.10.2 Pengaruh Pupuk KCl Terhadap Produktivitas Tebu

Pada variabel pupuk KCl berpengaruh signifikan dan memiliki hubungan positif terhadap produktivitas tebu. Setiap kenaikan 1 (Kg/Ha) dari nilai pupuk KCl dengan nilai variabel lain konstan maka nilai produktivitas tebu bertambah sebesar 0.075234. Pemupukan pada jumlah dan kombinasi tertentu dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tebu. Berdasarkan hal tersebut, rekomendasi pemberian macam dan jenis pupuk harus didasarkan pada kebutuhan optimum dan tersedianya unsur hara dalam tanah disertai dengan pelaksanaan pemupukan yang efisien baik waktu maupun cara pemberian. Kombinasi jenis dan dosis pupuk yang digunakan berkaitan erat dengan tingkat produktivitas.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas tebu masa tanam setiap 2 minggu bulan Mei - Oktober tahun 2016 tertinggi terdapat pada rayon TS2 sebesar 89.50 Ton/Ha pada 2 minggu akhir bulan Juli (7B). Rata-rata jumlah pekerja tertinggi terdapat pada rayon TS1 sebesar 84. Pemberian pupuk KCl terbesar terletak pada rayon TS2 sebesar 300 Kg/Ha. Jumlah hari hujan keseluruhan dari 4 rayon tertinggi sebesar 16 hari pada 2 minggu akhir bulan Mei (5B). Curah hujan tertinggi keseluruhan 4 rayon tertinggi terletak pada 2 minggu akhir bulan September (9B) sebesar 181.83 mm/hari.
2. Variabel pekerja dan pupuk KCl berpengaruh signifikan dan memiliki hubungan positif terhadap produktivitas tebu. Sedangkan pada variabel hari hujan dan curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tebu. Setiap kenaikan 1 (orang) dari nilai pekerja dengan nilai variabel lain konstan maka nilai produktivitas tebu bertambah sebesar 0.939736. Setiap kenaikan 1 (Kg/Ha) dari nilai pupuk KCl dengan nilai variabel lain konstan maka nilai produktivitas tebu bertambah sebesar 0.075234.
3. Berdasarkan uji Chow dan uji Hausmann, model yang sesuai untuk menjelaskan variabel pekerja dan pupuk KCl terhadap produktivitas tebu adalah *fixed effect* model. Sedangkan uji spesifikasi model menggunakan Breusch-Pagan dihasilkan tidak terdapat efek kali silang maupun waktu. Sehingga model yang cocok digunakan adalah *pooled regression*.

4. Berdasarkan uji spesifikasi model menggunakan Breusch-Pagan dihasilkan bahwa tidak terdapat efek kali silang maupun waktu. Sehingga pada 4 rayon tidak terdapat efek kali silang maupun waktu.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat saran sebagai berikut:

1. Bagi instansi Pemerintah dan swasta yang bergerak dalam sektor perkebunan, untuk pengambilan kebijakan guna meningkatkan Produktivitas Tebu Nasional dapat mempertimbangkan Pekerja dan Pupuk KCl langsung pada keterkaitan dua variabel tersebut.
2. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan setiap instansi pemerintah dan swasta yang bergerak dalam bidang perkebunan dengan jenis komoditi produk perkebunan tebu agar mempertimbangkan faktor internal dan faktor eksternal dalam melakukan penanaman dan panen kebun, agar produktivitas tebu yang dihasilkan tidak memiliki rentang nilai yang jauh setiap bulan.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan jumlah data *cross section* dan jumlah data *time series* agar jumlah sampel data bertambah sehingga memperoleh hasil yang lebih baik dan akurat.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan variabel lain dalam melihat faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tebu seperti jenis tebu, varietas tebu, jenis pupuk, maupun variabel lainnya sehingga dapat diketahui lebih lanjut apakah terdapat faktor lain dan perbedaan dalam hasil yang didapat.
5. Pada penelitian ini dapat melakukan pengembangan ilmu pengetahuan dalam lingkup perkebunan khususnya dalam upaya peningkatan produktivitas dan menggunakan analisis regresi data panel.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadin, M., A., D., N. 2017. *Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Tebu pada Sub Sektor Perkebunan Di Provinsi Jawa Timur tahun 2011-2015*. (Skripsi). Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Muhammadiyah Malang.
- Afandie, R. dan Yuwono, N., W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Apriawan, D., C. Irham, dan Mulyo, J., H. 2015. *Analisis Produksi Tebu Dan Gula Di Pt. Perkebunan Nusantara VII (Persero)*. Yogyakarta: Agro Ekonomi Vol. 26/No. 2, Desember 2015.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. Volume 16 Nomor 2.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Tebu Indonesia*. Badan Pusat Statistik - BPS - Statistics Indonesia.
- Basu, S. dan Sukotjo, I. (1998). *Bisnis Pengantar Modern*. Yogyakarta: Liberty.
- Bidang Tanaman PT Perkebunan Nusantara VII (Persero). 1997. *Vademecum Tanaman Tebu*. Bandar Lampung: PTPN VII (Persero).
- Diana, N., E. Supryadi, dan Djumali. 2016. *Pertumbuhan, Produktivitas, dan Rendemen Pertanaman Tebu Pertama (Plant Cane) pada Berbagai Paket Pemupukan*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI). Vol. 21 (3): 159-166.
- Dinas Perkebunan Jawa Timur. 2017. *Program Swasembada Gula Nasional*. Jawa Timur.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. *Statistik Perkebunan Tebu Indonesia 2015-2017*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Fageria, N., K. and Moreira, A. 2011. *The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants*. In: Donald L. Sparks (Ed). *Advances in Agronomy* vol. 110. Burlington, Academic Press, p: 268—270.
- Goldberger, A., S., “Economic Theory”, John Wiley & Sons, New York, 1964, p. 1. Kemp, J.E dan Dauton, D.K, 1985, *Planning and Producing Instructional Media (Fifth Edition)*, New York: Harper and Row Publishers.
- Gujarati, D. 1991. *Basic Econometrics, Terjemahan Sumamo Zain*. Jakarta: Erlangga.
- Gujarati, D. 1997. *Ekonometrika Dasar (Terjemahan)*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.

- Gujarati, D. 2006. *Ekonometrika Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Gujarati, D. 2012. *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Jakarta: Selemba Empat.
- Halimi, R. Anggraeni, W. dan Tyasnurita, R. 2013. *Pembuatan Aplikasi Peramalan Jumlah Permintaan Produk dengan Metode Time Series Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk*. Jurnal Teknik POMITS, Vol.1, No.1.
- Hansun, S. 2013. *Penerapan WEMA dalam Peramalan Data IHSG*. Prosiding Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Matematika, UMN, Vol. V, No.2.
- Husein, U. 1999. *Riset Sumber Daya Manusia Dalam Organisasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- James, G. 2004. *Sugarcane*. Blackwell Publishing Company. Oxford OX4 2Dq, UK.
- Jaya, I., G., N., M. dan Sunengsih, N. 2009. *Kajian Analisis Regresi dengan Data Panel*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- KBBI online (Kamus Besar Bahasa Indonesia). 2018. diakses dari www.kbbi.web.id Pada Tanggal 17 April 2018.
- Kurniadi, N. 2014. *Analisis Data Panel Anomali Penyerapan Tenaga Kerja Pertanian di Indonesia*. Skripsi. IPB: Bogor.
- Lestari, A. dan Setyawan, Y. 2017. *Analisis Regresi Data Panel Untuk Mengetahui Faktor Yang Mempengaruhi Belanja Daerah Di Provinsi Jawa Tengah*. Yogyakarta: Jurnal Statistika Industri dan Komputasi Volume 2, No. 1, Januari 2017.
- Lingga, P. dan Marsono. 2002. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Makridakis, S. Wheelwright, S., C. dan McGree, V., E. 1991. *Metode dan Aplikasi Peramalan Terjemahan Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith*. Jakarta: Erlangga.
- Musnamar, I., E. 2004. *Pupuk Organik Cair dan Padat, Pembuatan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nachrowi, D., N. dan Usman, H. 2006. *Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.

- Prabowo, A., S. 2014. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Gula Di Jawa Tengah Tahun 2004-2013*. Jurusan Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Semarang.
- PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero). 2014. *Instruksi Kerja Taksasi Produksi*. Bandar Lampung.
- Rahmadeni dan Yonesta, E. 2016. *Analisis Regresi Data Panel Pada Pemodelan Produksi Panen Kelapa Sawit Di Kebun Sawit Plasma Kampung Buatan Baru*. Pekanbaru: Jurnal Sains Matematika dan Statistika, Vol. 2, No. 1, Januari 2016 ISSN 2460-4542.
- Ridwan dan Sunarto. 2010. *Pengantar Statistika Untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi Komunikasi dan Bisnis*. Alfabeta: Bandung.
- Rosadi, D. 2011. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta: C. V. Andi Offset.
- Sembiring, R., K. 1995. *Analisis Regresi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sinungan, M. 1985. *Produktivitas apa dan Bagaimana*. Jakarta: Bina Aksara.
- Sumodiningrat, G. 2010. *Ekonometrika Pengantar*. Yogyakarta: BPFY-Yogyakarta.
- Sugiyono. 2004. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta, CV.
- Triatmodjo, B. 1998. *Penyusunan Skala Prioritas Pengendalian Banjir Sungai-sungai di Jawa Tengah Selatan*. Forum Teknik Jilid 22, No. 3, November 1998.
- Tunjungsari, R. 2014. *Analisis Produksi Tebu di Jawa Tengah*. Fakultas Pascasarjana Ekonomi dan Bisnis, Universitas Diponegoro Semarang. JEJAK Journal of Economics and Policy.
- Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 Bab I Pasal 1 Ayat 2. *Tentang Tenaga Kerja*.
- Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 Bab I Pasal 1 Ayat 2. *Tentang Pekerja/buruh*.
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2004 Pasal 1 Ayat 1. *Tentang Perkebunan*.
- Walpole, R., E. 1995. *Pengantar Statistika*. edisi ke-3. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Warih, E., I., A. dan Rahayu, Y. 2017. *Penerapan Data Mining Untuk Menentukan Estimasi Produktivitas Tanaman Tebu Dengan Menggunakan Algoritma Linier Regresi Berganda Di Kabupaten Rembang*. Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro.

- Widarjono, A. 2005. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Ekonisia FE UII.
- Widarjono, A. 2007. *Ekonometrika dan Aplikasi*. Yogyakarta: Ekonosia FE UII.
- Widarjono, A. 2017. *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya Disertai Panduan EViews (Edisi Keempat)*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Yusran, M., G. 2017. *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Dengan Menggunakan Pendekatan Analisis Regresi Data Panel (Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1

1. Data Taksasi Tebu Tahun 2016 PT Perkebunana Nusantara VII Bandar Lampung

Rayon	Masa Tanam	Produktivitas Tebu (Ton/Ha)	Curah Hujan (mm/hari)	Hari Hujan	Pekerja	Pupuk KCl (Kg/Ha)
TS1	5A	47.048	67.375	15	60	230
TS1	5B	88.472	55.53	16	88	230
TS1	6A	88.472	73.52	15	88	230
TS1	6B	87.534	131.655	6	88	230
TS1	7A	81.031	48.35	4	80	230
TS1	7B	85.183	37.02	9	88	230
TS1	8A	82.562	14.21	3	88	230
TS1	8B	80.440	36.05	7	87	230
TS1	9A	78.445	82.03	7	88	230
TS1	9B	79.242	181.83	12	87	230
TS1	10A	72.094	121.58	9	88	230
TS1	10B	72.344	136.38	11	80	230
TS2	5A	86.440	67.375	15	87	300
TS2	5B	89.015	55.53	16	88	300
TS2	6A	77.800	73.52	15	75	300
TS2	6B	76.015	131.655	6	78	300
TS2	7A	81.154	48.35	4	86	300
TS2	7B	89.507	37.02	9	84	300
TS2	8A	77.408	14.21	3	75	300
TS2	8B	71.961	36.05	7	70	300
TS2	9A	80.135	82.03	7	87	300
TS2	9B	70.635	181.83	12	75	300
TS2	10A	71.674	121.58	9	75	300
TS2	10B	70.336	136.38	11	75	300
TS3	5A	73.814	67.375	15	70	170
TS3	5B	45.000	55.53	16	60	170
TS3	6A	73.971	73.52	15	80	170
TS3	6B	63.884	131.655	6	78	170
TS3	7A	44.628	48.35	4	60	170
TS3	7B	64.414	37.02	9	76	170
TS3	8A	56.033	14.21	3	75	170
TS3	8B	64.078	36.05	7	77	170
TS3	9A	64.772	82.03	7	78	170

Rayon	Masa Tanam	Produktivitas Tebu (Ton/Ha)	Curah Hujan (mm/hari)	Hari Hujan	Pekerja	Pupuk KCl (Kg/Ha)
TS3	9B	61.749	181.83	12	76	170
TS3	10A	66.163	121.58	9	74	170
TS3	10B	58.136	136.38	11	60	170
TS4	5A	71.077	67.375	15	88	250
TS4	5B	60.726	55.53	16	67	250
TS4	6A	76.864	73.52	15	87	250
TS4	6B	78.652	131.655	6	87	250
TS4	7A	72.977	48.35	4	88	250
TS4	7B	77.985	37.02	9	86	250
TS4	8A	73.193	14.21	3	85	250
TS4	8B	76.471	36.05	7	80	250
TS4	9A	72.246	82.03	7	83	250
TS4	9B	75.671	181.83	12	84	250
TS4	10A	72.998	121.58	9	81	250
TS4	10B	75.277	136.38	11	83	250

Lampiran 2.

1. Memasukkan data dalam R 3.4.4

```
> auliaindra=read.delim("clipboard")
> library(plm)
> library(lmtest)
```

2. Estimasi Model *Pooled Regression*

```
> #Penduga Model Panel#
> #pooling regression
> pool=plm(formula = Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan+Curah_Hujan, data = auliaindra , model = "pooling")
> pool=plm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan+Curah_Hujan, data = auliaindra , model = "pooling")
> summary(pool)
Pooling Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl + Hari_Hujan +
     Curah_Hujan, data = auliaindra, model = "pooling")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-12.34552 -2.60257  -0.74333   3.24939  11.15790

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -21.480526   8.056076  -2.6664 0.0107607 *
Pekerja      0.949323   0.098725   9.6158 2.796e-12 ***
Pupuk_KCl    0.073572   0.017656   4.1669 0.0001462 ***
Hari_Hujan   0.265379   0.190933   1.3899 0.1717118
Curah_Hujan -0.015007   0.016371  -0.9167 0.3644174
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 5515
Residual Sum of Squares: 1201.2
R-Squared: 0.7822
Adj. R-Squared: 0.76194
F-statistic: 38.6073 on 4 and 43 DF, p-value: 1.0449e-13
```

3. *Pooled Regression* (Uji F dan Uji-t Kedua)

```
> pool=plm(formula = Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan, data = auliaindra , model = "pooling")
> pool=plm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan, data = auliaindra , model = "pooling")
> summary(pool)
Pooling Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl + Hari_Hujan,
     data = auliaindra, model = "pooling")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-11.8693  -3.1407  -1.0872   3.7236  11.6099

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -22.194068   8.003821  -2.7729 0.0081165 **
Pekerja      0.947256   0.098520   9.6149 2.212e-12 ***
Pupuk_KCl    0.073832   0.017622   4.1898 0.0001322 ***
Hari_Hujan   0.221594   0.184526   1.2009 0.2362234
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 5515
Residual Sum of Squares: 1224.6
R-Squared: 0.77794
Adj. R-Squared: 0.7628
F-statistic: 51.3827 on 3 and 44 DF, p-value: 2.0012e-14
```

Lampiran 3.

4. Pooled Regression (Uji F dan Uji-t Ketiga)

```
> pool=plm(formula = Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliandra , model = "pooling")
> pool=plm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliandra , model = "pooling")
> summary(pool)
Pooling Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliandra,
     model = "pooling")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median 3rd Qu.    Max.
-10.5227  -2.7411  -1.4304   3.6121  12.7113

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -19.025514   7.593437  -2.5055 0.0159133 *
Pekerja      0.929736   0.097911   9.4957 2.564e-12 ***
Pupuk_KCl    0.075234   0.017669   4.2579 0.0001036 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    5515
Residual Sum of Squares: 1264.8
R-Squared:                0.77067
Adj. R-Squared:          0.76047
F-statistic: 75.6102 on 2 and 45 DF, p-value: 4.0789e-15
```

5. Estimasi Fixed Effect Model

```
> #Fixed Effect Model#
> Fixed=plm(formula = Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan+Curah_Hujan, data = auliandra, model="within")
> summary(Fixed)
Oneway (individual) effect Within Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl + Hari_Hujan +
     Curah_Hujan, data = auliandra, model = "within")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median 3rd Qu.    Max.
-9.7534 -1.9998 -0.4340  2.5308 10.2751

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Pekerja      0.998170   0.100156   9.9661 2.13e-12 ***
Pupuk_KCl    0.480644   0.164845   2.9157 0.00579 **
Hari_Hujan   0.188162   0.171085   1.0998 0.27799
Curah_Hujan -0.011586   0.014372  -0.8061 0.42493
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    3154.7
Residual Sum of Squares: 852.48
R-Squared:                0.72977
Adj. R-Squared:          0.68248
F-statistic: 27.0059 on 4 and 40 DF, p-value: 6.7231e-11
```

Lampiran 4.

6. *Fixed Effect* Model (Uji F dan Uji-t Kedua)

```
> Fixed=plm(formula = Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan, data = auliaindra, model="within")
> summary(Fixed)
Oneway (individual) effect Within Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl + Hari_Hujan,
     data = auliaindra, model = "within")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.  1st Qu.  Median  3rd Qu.    Max.
-10.2220  -2.7412  -0.3371   2.9067   9.7137

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Pekerja      0.996418   0.099704   9.9938 1.495e-12 ***
Pupuk_KCl    0.494020   0.163306   3.0251 0.004278 **
Hari_Hujan   0.151717   0.164297   0.9234 0.361186
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    3154.7
Residual Sum of Squares: 866.33
R-Squared:               0.72538
Adj. R-Squared:          0.68519
F-statistic: 36.0996 on 3 and 41 DF, p-value: 1.3936e-11
```

7. *Fixed Effect* Model (Uji F dan Uji-t Ketiga)

```
> Fixed=plm(formula = Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliaindra, model="within")
> summary(Fixed)
Oneway (individual) effect Within Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliaindra,
     model = "within")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.  1st Qu.  Median  3rd Qu.    Max.
-10.24184  -2.57377  -0.24793   2.89805   9.83909

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Pekerja      0.981806   0.098268   9.9911 1.152e-12 ***
Pupuk_KCl    0.523301   0.159916   3.2723 0.002137 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    3154.7
Residual Sum of Squares: 884.34
R-Squared:               0.71967
Adj. R-Squared:          0.6863
F-statistic: 53.912 on 2 and 42 DF, p-value: 2.5178e-12
```

Lampiran 5.

8. *Random Effect Model*

```
> #Random Effect Model#
> random=plm(formula=Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan+Curah_Hujan, data = auliaindra, model="random")
> summary(random)
Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl + Hari_Hujan +
    Curah_Hujan, data = auliaindra, model = "random")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Effects:
              var std.dev share
idiosyncratic 21.312  4.616 0.582
individual    15.278  3.909 0.418
theta: 0.6773

Residuals:
    Min.  1st Qu.  Median  3rd Qu.    Max.
-10.24136 -2.69532 -0.42615  2.78468  10.77376

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -29.778657  13.203927 -2.2553  0.02926 *
Pekerja      0.982179   0.102665  9.5668 3.253e-12 ***
Pupuk_KCl    0.097231   0.045889  2.1188  0.03992 *
Hari_Hujan   0.269144   0.175003  1.5379  0.13139
Curah_Hujan -0.014906   0.014940 -0.9977  0.32401
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 3400.5
Residual Sum of Squares: 999.65
R-Squared: 0.70603
Adj. R-Squared: 0.67868
F-statistic: 25.8179 on 4 and 43 DF, p-value: 5.9924e-11
```

9. *Random Effect Model (Uji F dan Uji-t Kedua)*

```
> random=plm(formula=Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl+Hari_Hujan, data = auliaindra, model="random")
> summary(random)
Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl + Hari_Hujan,
    data = auliaindra, model = "random")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Effects:
              var std.dev share
idiosyncratic 21.130  4.597 0.58
individual    15.293  3.911 0.42
theta: 0.6787

Residuals:
    Min.  1st Qu.  Median  3rd Qu.    Max.
-9.76546 -2.68872 -0.44215  3.34167  11.20997

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -30.760558  13.206860 -2.3291  0.02451 *
Pekerja      0.979590   0.102627  9.5451 2.753e-12 ***
Pupuk_KCl    0.098832   0.046040  2.1466  0.03737 *
Hari_Hujan   0.225246   0.169362  1.3300  0.19038
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 3398.4
Residual Sum of Squares: 1022.5
R-Squared: 0.69912
Adj. R-Squared: 0.6786
F-statistic: 34.0786 on 3 and 44 DF, p-value: 1.5206e-11
```

Lampiran 6.

10. *Random Effect* Model (Uji F dan Uji-t Ketiga)

```
> random=plm(formula=Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliaindra, model="random")
> summary(random)
Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliaindra,
     model = "random")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Effects:
              var std.dev share
idiosyncratic 21.056   4.589 0.579
individual    15.299   3.911 0.421
theta: 0.6792

Residuals:
      Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
-9.455855 -3.184016 -0.069925  3.137691 12.315380

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -27.893326  13.152536 -2.1208  0.03949 *
Pekerja      0.956753   0.102039  9.3763 3.757e-12 ***
Pupuk_KCl    0.103426   0.046379  2.2300  0.03078 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 3397.5
Residual Sum of Squares: 1063.5
R-Squared: 0.68698
Adj. R-Squared: 0.67306
F-statistic: 49.3797 on 2 and 45 DF, p-value: 4.4717e-12
```

11. Pendugaan Model Panel Menggunakan Uji Chow dan Uji Hausmann

```
> #Penguujian Model Pooled/FEM/REM#
> #uji Chow "Pooled/FEM"#
> pFtest(Fixed, pool)

      F test for individual effects

data: Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl
F = 6.0226, df1 = 3, df2 = 42, p-value = 0.001654
alternative hypothesis: significant effects

>
> #uji Hausmann "FEM/REM"#
> phptest(random, Fixed)

      Hausman Test

data: Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl
chisq = 7.5156, df = 2, p-value = 0.02333
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

Lampiran 7.

12. Menguji Efek Yang Terdapat Pada Model Data Panel Yang Terpilih

```
> #uji Breusch-pagan#
> #Efek twoways, individual and time#
> plmtest(random,effect="twoways",type="bp")

Lagrange Multiplier Test - two-ways effects (Breusch-Pagan) for
balanced panels

data: Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl
chisq = 3.2302, df = 2, p-value = 0.1989
alternative hypothesis: significant effects

> plmtest(random,effect="individual",type="bp")

Lagrange Multiplier Test - (Breusch-Pagan) for balanced panels

data: Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl
chisq = 2.2184, df = 1, p-value = 0.1364
alternative hypothesis: significant effects

> plmtest(random,effect="time",type="bp")

Lagrange Multiplier Test - time effects (Breusch-Pagan) for balanced
panels

data: Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl
chisq = 1.0118, df = 1, p-value = 0.3145
alternative hypothesis: significant effects
```

13. Model Yang Terpilih

```
> #MODEL TERPILIH#
> aul_pooling=plm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliaindra, model="pooling")
> summary(aul_pooling)
Pooling Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliaindra,
     model = "pooling")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-10.5227  -2.7411  -1.4304   3.6121  12.7113

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -19.025514   7.593437  -2.5055 0.0159133 *
Pekerja      0.929736   0.097911   9.4957 2.564e-12 ***
Pupuk_KCl    0.075234   0.017669   4.2579 0.0001036 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    5515
Residual Sum of Squares: 1264.8
R-Squared:                0.77067
Adj. R-Squared:          0.76047
F-statistic: 75.6102 on 2 and 45 DF, p-value: 4.0789e-15
```

Lampiran 8.

14. Uji Asumsi Normalitas Residual

```
|> #UJI NORMALITAS#
> Model.norm1=plm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliaindra, model="pooling")
> summary(Model.norm1)
Pooling Model

Call:
plm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliaindra,
     model = "pooling")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-10.5227  -2.7411  -1.4304   3.6121  12.7113

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -19.025514   7.593437  -2.5055 0.0159133 *
Pekerja      0.929736   0.097911   9.4957 2.564e-12 ***
Pupuk_KCl    0.075234   0.017669   4.2579 0.0001036 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    5515
Residual Sum of Squares: 1264.8
R-Squared:               0.77067
Adj. R-Squared:          0.76047
F-statistic: 75.6102 on 2 and 45 DF, p-value: 4.0789e-15
> residuall=resid(Model.norm1)
> library(tseries)
> jarque.bera.test(residuall)

        Jarque Bera Test

data: residuall
X-squared = 1.1835, df = 2, p-value = 0.5533
```

15. Uji Asumsi No Autokorelasi

```
> #UJI NO AUTOKORELASI#
> pooling1=plm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliaindra, model="pooling")
> resid.regreslin.EG=resid(pooling1)
> library(randtests)
> bartels.rank.test(resid.regreslin.EG)

        Bartels Ratio Test

data: resid.regreslin.EG
statistic = -1.569, n = 48, p-value = 0.1167
alternative hypothesis: nonrandomness
```

Lampiran 9.

16. Uji Asumsi Homoskedastisitas

```
> #UJI HOMOSKEDASTISITAS#
> library(lmtest)
> Model=pplm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliandra, model="pooling")
> summary(Model)
Pooling Model

Call:
pplm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliandra,
      model = "pooling")

Balanced Panel: n = 4, T = 12, N = 48

Residuals:
    Min.  1st Qu.  Median    3rd Qu.    Max.
-10.5227  -2.7411  -1.4304   3.6121  12.7113

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept) -19.025514   7.593437  -2.5055 0.0159133 *
Pekerja      0.929736   0.097911   9.4957 2.564e-12 ***
Pupuk_KCl    0.075234   0.017669   4.2579 0.0001036 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    5515
Residual Sum of Squares: 1264.8
R-Squared:                0.77067
Adj. R-Squared:          0.76047
F-statistic: 75.6102 on 2 and 45 DF, p-value: 4.0789e-15
> #Uji Breusch-Pagan#
> bptest(model, varformula=NULL, studentize=FALSE, data=list(auliandra))

Breusch-Pagan test

data: model
BP = 1.6707, df = 1, p-value = 0.1962
```

17. Uji Asumsi No Multikolinieritas

```
> #UJI NO MULTIKOLINIERITAS
> library(car)
> Modelko=lm(Produktivitas_Tebu~Pekerja+Pupuk_KCl, data = auliandra)
> summary(Modelko)

Call:
lm(formula = Produktivitas_Tebu ~ Pekerja + Pupuk_KCl, data = auliandra)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-10.523  -2.741  -1.430   3.612  12.711

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -19.02551   7.59344  -2.506 0.015913 *
Pekerja      0.92974    0.09791   9.496 2.56e-12 ***
Pupuk_KCl    0.07523    0.01767   4.258 0.000104 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.302 on 45 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7707,    Adjusted R-squared:  0.7605
F-statistic: 75.61 on 2 and 45 DF,  p-value: 4.079e-15
```

Lampiran10.

18. Uji Asumsi No Multikolinieritas

```
> summary(lm(Pekerja~Produktivitas_Tebu+Pupuk_KCl, data = auliandra))

Call:
lm(formula = Pekerja ~ Produktivitas_Tebu + Pupuk_KCl, data = auliandra)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-11.6133  -2.5110  -0.0725   2.5990  10.0620

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    35.49808    4.76472   7.450 2.20e-09 ***
Produktivitas_Tebu  0.71750    0.07556   9.496 2.56e-12 ***
Pupuk_KCl      -0.03423    0.01766  -1.938  0.0589 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.657 on 45 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7031,    Adjusted R-squared:  0.6899
F-statistic: 53.27 on 2 and 45 DF,  p-value: 1.365e-12

> summary(lm(Pupuk_KCl~Produktivitas_Tebu+Pekerja, data = auliandra))

Call:
lm(formula = Pupuk_KCl ~ Produktivitas_Tebu + Pekerja, data = auliandra)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-71.132 -36.226   6.902  30.294  61.491

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    138.8123    53.9023   2.575 0.013374 *
Produktivitas_Tebu  3.8172    0.8965   4.258 0.000104 ***
Pekerja         -2.2505    1.1612  -1.938 0.058911 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 37.76 on 45 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3642,    Adjusted R-squared:  0.3359
F-statistic: 12.89 on 2 and 45 DF,  p-value: 3.755e-05

> vif(Modelko)
    Pekerja Pupuk_KCl
1.121152  1.121152
```