

# Penerapan Data Envelopment Analysis dalam Pengukuran Efisiensi Teknis Produktivitas Tanaman Jeruk di Kabupaten Sleman

Hardiyanto<sup>1</sup>, Yunita<sup>2</sup>, Agus Junaidi<sup>3</sup>, Irwan Agus Sobari<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Universitas Bina Sarana Informatika, [hardiyanto.hry@bsi.ac.id](mailto:hardiyanto.hry@bsi.ac.id), [agus.asj@bsi.ac.id](mailto:agus.asj@bsi.ac.id)

<sup>2,4</sup> Universitas Nusa Mandiri, [yunita.yut@nusamandiri.ac.id](mailto:yunita.yut@nusamandiri.ac.id), [Irwan.igb@nusamandiri.ac.id](mailto:Irwan.igb@nusamandiri.ac.id)

## Informasi Makalah

Submit : May 5, 2023  
Revisi : Juni 6, 2023  
Diterima : Juni 22, 2023

## Kata Kunci :

DEA  
Pengukuran  
Efisiensi  
Analysis  
Jeruk

## Abstrak

Indonesia mempunyai potensi pasar yang baik untuk komoditas jeruk, salah satunya di Sleman. Sleman merupakan kabupaten yang berada di lereng Gunung Merapi, sebagian besar tanahnya digunakan sebagai lahan pertanian. Jeruk adalah salah satu komoditas unggulan hortikultura dapat tumbuh dan berproduksi di dataran rendah sampai dataran tinggi. Di Kabupaten Sleman, untuk produksi jeruk belum dapat terpenuhi, sehingga harus mendatangkan jeruk dari wilayah lain. Oleh karenanya diperlukan pendekatan Data Envelopment Analysis bertujuan untuk mengukur efisiensi relatif teknik produktivitas tanaman jeruk di Kabupaten Sleman. DMU didasarkan pada perbandingan data tahunan dari 2017 hingga 2021 mengacu pada data yang homogen. Pengukuran efisiensi teknis produktivitas tanaman menunjukkan tren positif kembali di tahun 2021, dimana menunjukkan pencapaian dengan tingkat efisiensi relatif mencapai 100% atau bernilai 1, sehingga dapat menjadi acuan untuk tahun-tahun berikutnya.

## Abstract

Indonesia has good market potential for citrus commodities, one of which is in Sleman. Sleman is a district located on the slopes of Mount Merapi, most of the land is used as agricultural land. Orange is one of the leading horticultural commodities that can grow and produce in the lowlands to the highlands. In Sleman Regency, the production of oranges has not been fulfilled, so oranges have to be imported from other areas. Therefore a Data Envelopment Analysis approach is needed to measure the relative efficiency of citrus productivity techniques in Sleman Regency. DMU is based on a comparison of annual data from 2017 to 2021 referring to homogeneous data. Measurement of the technical efficiency of citrus crop productivity shows a positive trend again in 2021, which shows achievement with a relative efficiency level of 100% or a value of 1, so that it can be a reference for the following years.

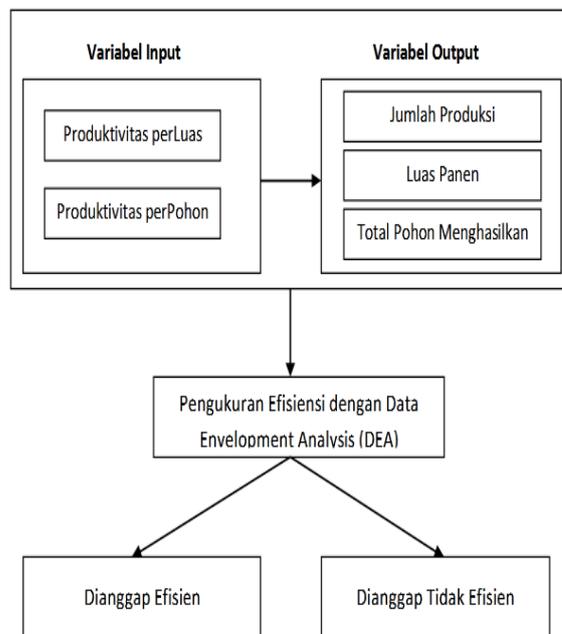
## 1. Pendahuluan

Kebutuhan makanan pokok dan pendamping sebagai hal utama untuk kelangsungan hidup manusia (Fimawahib, Bakti, & Supriyanto, 2022). Bukan hanya makanan pokok seperti nasi yang dibutuhkan untuk asupan tubuh manusia, namun buah juga sebagai makanan pendukung yang penting. Salah satunya adalah buah jeruk yang diminati banyak orang. Indonesia mempunyai potensi pasar yang baik untuk komoditas jeruk, salah satunya di Sleman. Sleman merupakan kabupaten yang berada di lereng Gunung Merapi, sebagian besar tanahnya digunakan sebagai lahan pertanian (Sholihah, 2022). Jeruk adalah salah satu komoditas unggulan hortikultura dapat tumbuh dan berproduksi di dataran rendah sampai dataran tinggi, baik di lahan sawah ataupun tegalan (Prastika, Puruhito, & Listiyani, 2016). Peremajaan atau replanting menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 18 Tahun 2016 adalah upaya untuk mengembangkan lahan perkebunan dengan mengganti tanaman yang tua dan atau tidak menghasilkan lagi dengan tanaman yang baru secara keseluruhan maupun secara bertahap (Rifqi & Basorudin, 2020). Di Kabupaten Sleman, untuk produksi jeruk belum dapat terpenuhi, sehingga harus mendatangkan jeruk dari wilayah lain. Kendalanya, harga yang didapatkan dari wilayah lain jauh lebih tinggi dibandingkan dengan harga jeruk produksi sendiri. Oleh karenanya dibutuhkan pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA), bertujuan untuk mengukur efisiensi produktivitas tanaman jeruk, dimana tahun sebelumnya yang sudah efisien dapat sebagai acuan untuk tahun berikutnya, agar mendapatkan jumlah produksi, total pohon yang menghasilkan buah dan luas panennya yang meningkat. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa ada kebutuhan yang cukup kuat untuk menggunakan DEA di bidang pertanian, agar memperoleh hasil yang lebih jelas (Kyrgiakos, Kleftodimos, Vlontzos, & Pardalos, 2023).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Kerangka Pemikiran Penelitian

Dibawah ini merupakan kerangka pemikiran berdasarkan dari penelitian yang dilakukan:



Sumber: (Hardiyan & Wahyudin, 2021)

Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

Variabel input dan output yang didapat dari data sekunder yang diperoleh dari dataset tahun 2017 s.d 2021 di Kabupaten Sleman, yang meliputi produktivitas perluas, produktivitas perpohon, luas panen, jumlah produksi dan total jumlah pohon yang menghasilkan. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif untuk mendeskripsikan variabel-variabel dalam variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi batasan (Anti & Sudrajat, 2021).

### 2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data didasarkan pada data sekunder yang telah dipublikasikan melalui dataset Kabupaten Sleman. Dari data tersebut diolah untuk mendapatkan input dan output sesuai kebutuhan. Data yang akan dijadikan pembanding antar unit adalah hasil laporan dataset produksi tanaman jeruk tahunan dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021.DMU

berdasarkan perbandingan data tahunan dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021 mengacu pada data yang homogen. Dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. DMU Input

DMUs	INPUT	
	Produktivitas per Luas (Kw/Ha)	Produktivitas per Pohon (Kw/Pohon)
2017	149,55	1,19
2018	162,72	15
2019	205,56	18
2020	211	1898
2021	63	7

Sumber: (data.slemankab.go.id)

Dari tabel di atas indikator input untuk mengukur efisiensi relatif teknik produktivitas tanaman jeruk adalah produktivitas per luas dan produktivitas per pohon.

Tabel 2. DMU Output

DMUs	OUTPUT		
	Jumlah Produksi (Ton)	Luas Panen (Ha)	Total Pohon Menghasilkan (Pohon)
2017	503	62,66	915
2018	1770,86	108,83	120907
2019	1994,52	97,03	107797
2020	1979	94	104227
2021	1976	28	31458

Sumber: (data.slemankab.go.id)

Dari tabel di atas indikator output untuk mengukur efisiensi relatif teknik produktivitas tanaman jeruk adalah jumlah produksi, luas panen dan total pohon yang menghasilkan.

### 2.3. Data Envelopment Analysis (DEA)

Data Envelopment Analysis (DEA) sebagai metode pemrograman matematika banyak digunakan untuk menilai efisiensi *Decision Making Unit* (DMU) di berbagai sektor, diantaranya sektor pertanian (Emrouznejad, Amin, Ghiyasi, & Michali,

2023), merupakan pendekatan nonparametrik evaluasi efisiensi (Wang, Nguyen, Nguyen, Hsu, & Nguyen, 2021)(Hersy, Saputri, Sutopo, & Hisjam, 2019) , yang dapat mengevaluasi DMU secara kualitatif maupun kuantitatif (Shafiee & Saleh, 2019). *Decision Making Unit* (DMU) di sektor pertanian memiliki lebih banyak kontrol input daripada output (Isgin, Ozel, Bilgic, Florkowsky, & Sevinc, 2020), dimana untuk meningkatkan efisiensi produksi pertanian dalam perkembangan pembangunan (Nguyen et al., 2020), sedangkan dampak produktivitas pertanian sering disalahartikan (Bernard, Song, Hena, Ahmad, & Wang, 2022), namun ada batasan yang cukup besar dalam penggunaan DEA (Bournaris & Vlontzos, 2019). Penilaian Efisiensi untuk sektor yang berbeda, sangat penting untuk mengontrol produksi (Syp & Osuch, 2018), berkaitan dengan pemanfaatan dari sumber daya yang terbatas (Ganesha, Vaswani, & Subudhi, 2019), dimana memiliki input tunggal dan output tunggal, maka efisiensi didefinisikan sebagai berikut (Nellutla, Goverdhan, & Vajjha, 2018):

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1)$$

Model DEA untuk mengukur relatif efisiensi  $DMU_o$  dengan asumsi skala hasil konstan adalah CCR model (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978):

$$\text{Max } Z_p = \frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{io}} \quad (2)$$

Dengan kendala-kendala:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{io}} \leq 1 \quad (3)$$

$$u_r \cdot v_i \geq 0$$

Fungsi objektif pada persamaan (2) dan fungsi kendala pada persamaan (3) diubah menjadi bentuk linier sehingga dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (4)$$

Dengan kendala-kendala:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (6)$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, k$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

CCR dan BCC adalah dua bentuk model dasar DEA (Chang, Liu, Shi, & Guo, 2022). Model CCR mengasumsikan skala pengembalian konstan, yang artinya proporsionalitas antara nilai output dan input (Rybczewska-Błazejowska & Gierulski, 2018), diadopsi ketika hasil skala produksi tidak berubah (Liang, Jing, Wang, Shi, & Ruan, 2019).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Variabel input dan output yang terdapat pada kerangka pemikiran penelitian ditentukan dari data sekunder yang diperoleh dari dataset tahun 2017 s.d 2021 di Kabupaten Sleman, yang meliputi produktivitas perluas, produktivitas perpohon, luas panen, jumlah produksi dan total jumlah pohon yang menghasilkan. Terdapat 2 (dua) variable input yaitu: produktivitas perluas dan produktivitas perpohon. Sedangkan 3 variabel outputnya, yaitu luas panen, jumlah produksi dan total jumlah pohon yang menghasilkan. Variabel input dan output tersebut diolah dengan menggunakan pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA) dengan modul Pemrograman Linier. Pemrograman linier merupakan metode optimasi untuk menemukan nilai optimum dari fungsi tujuan linier pada kondisi pembatasan-pembatasan (constraints) tertentu (Saryoko, 2016). Dari hasil analisa tersebut terdapat 2 kemungkinan, yaitu apakah ditahun 2017 s.d 2021 tersebut dianggap efisiennya 100% atau tidak efisien,

berarti nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) belum mencapai nilai (satu) atau 100% (tingkat efisiensinya < 100%).

#### 3.1. Uji Hipotesis dan Analisa

Dari data hasil penelitian yang diperoleh, maka dilakukan pengujian terhadap data tersebut dengan *DS for Windows* dengan modul pemrograman linier (LP) untuk tujuan (*objective function*), perumusan tujuan secara umum adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan  $Z =$  Total ouput tertimbang masing-masing unit tahunnya

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Dengan kendala:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, k$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

Variabel bobot output ( $U_r$ ) dan Input ( $V_i$ ) dari DMUs dinotasikan sebagai berikut:

- a. WOJP = Bobot output jumlah produksi
- b. WOLP = Bobot output luas panen
- c. WOTP = Bobot output total pohon yang menghasilkan
- d. WIPL = Bobot input produktivitas per luas
- e. WIPP = Bobot input produktivitas per pohon

Variabel output ( $Y_r$ ) dan input ( $X_i$ ) dari DMUs dinotasikan sebagai berikut:

- a. OJP<sub>o</sub> = Output jumlah produksi unit tahun ke-o
- b. OLP<sub>o</sub> = Output luas panen unit tahun ke-o

- c.  $OTP_o$  = Output total pohon yang menghasilkan unit tahun ke-o
- d.  $IPL_o$  = Input produktivitas per luas unit tahun ke-o
- e.  $IPP_o$  = Input produktivitas per pohon unit tahun ke-o

Fungsi tujuan Z:

$$\text{Max } Z = OJP*WOJP + OLP*WOLP + OTP*WOTP$$

Kendala: Rasio tertimbang masing unit tahunnya

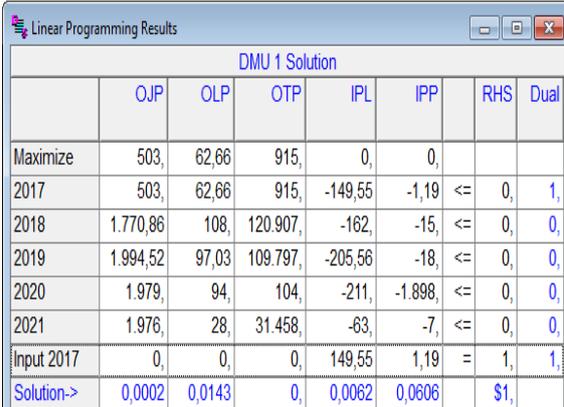
$$OJP*WOJP + OLP*WOLP + OTP*WOTP - IPL*WIPL + IPP*WIPP \leq 0$$

Tabel 3. Hasil Input Data Teknis Tahun 2017

DMUs	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS
Maximize	503	62,66	915	0	0	
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0
2018	1770,86	108,83	120907	-162,72	-15	<= 0
2019	1994,52	97,03	107797	-205,56	-18	<= 0
2020	1979	94	104227	-211	-1898	<= 0
2021	1976	28	31458	-63	-7	<= 0
Input 2017	0	0	0	149,55	1,19	= 1

Sumber: Hasil penelitian

Hasil perhitungannya dengan Data Envelopment Analysis terlihat pada Gambar 2 dibawah ini:



DMU 1 Solution							
	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS	Dual
Maximize	503,	62,66	915,	0,	0,		
2017	503,	62,66	915,	-149,55	-1,19	<= 0,	1,
2018	1.770,86	108,	120.907,	-162,	-15,	<= 0,	0,
2019	1.994,52	97,03	109.797,	-205,56	-18,	<= 0,	0,
2020	1.979,	94,	104,	-211,	-1.898,	<= 0,	0,
2021	1.976,	28,	31.458,	-63,	-7,	<= 0,	0,
Input 2017	0,	0,	0,	149,55	1,19	= 1,	1,
Solution->	0,0002	0,0143	0,	0,0062	0,0606	\$1,	

Gambar 2. Hasil solution DEA DMU Tahun 2017 dengan DS for Windows

Dari gambar 2 hasil output dengan solution DEA menggambarkan bahwa:

- 1) DMU tahun 2017 merupakan unit yang efisien, karena nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) sama dengan 1 atau 100%.
- 2) Nilai fungsi tujuan tersebut juga sama *shadow price* (nilai dual) pada kendala ekstra (total input tertimbang unit tahun 2017). Hal tersebut mengindikasikan bahwa tahun 2017 mampu menghasilkan output secara optimal dengan input yang digunakan.
- 3) Unit tahun 2017 memberikan outputnya sebesar 0,0002 untuk jumlah produksi (OJP), sebesar 0,0143 untuk luas panen (OLP) dan memberikan bobot inputnya sebesar 0,0062 untuk produktivitas perluasan (IPL), sebesar 0,0606 untuk produktivitas per pohon (IPP).
- 4) DMU tahun 2017 merupakan unit yang efisien, hal ini ditunjukkan oleh nilai dual dari unit tahun 2017 yang tidak bernilai nol (=1). Oleh karenanya, tahun 2017 tidak memiliki *Efficient Reference Set* dan angka pengganda (*multiplier*).

Tabel 4. Hasil Input Data Teknis Tahun 2018

DMUs	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS
Maximize	1770,86	108,83	120907	0	0	
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0
2018	1770,86	108,83	120907	-162,72	-15	<= 0
2019	1994,52	97,03	107797	-205,56	-18	<= 0
2020	1979	94	104227	-211	-1898	<= 0
2021	1976	28	31458	-63	-7	<= 0
Input 2018	0	0	0	162,72	15	= 1

Sumber: Hasil penelitian

Hasil perhitungannya dengan Data Envelopment Analysis terlihat pada Gambar 3 dibawah ini:

	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS	Dual
Maximize	1.770,86	108,	120.907,	0,	0		
2017	503,	62,66	915,	-149,55	-1,19	<=	0,
2018	1.770,86	108,	120.907,	-162,	-15,	<=	0,
2019	1.994,52	97,03	109.797,	-205,56	-18,	<=	0,
2020	1.979,	94,	104,	-211,	-1.898,	<=	0,
2021	1.976,	28,	31.458,	-63,	-7,	<=	0,
Input 2018	0,	0,	0,	162,	15,	=	1,
Solution->	0,	0,	0,	0,0062	0,		\$1,

Gambar 3. Hasil solution DEA DMU Tahun 2018 dengan DS for Windows

Dari gambar 3 hasil output dengan solution DEA menggambarkan bahwa:

- 1) DMU tahun 2018 merupakan unit yang efisien, karena nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) sama dengan 1 atau 100%.
- 2) Nilai fungsi tujuan tersebut juga sama *shadow price* (nilai dual) pada kendala ekstra (total input tertimbang unit tahun 2018). Hal tersebut mengindikasikan bahwa tahun 2018 mampu menghasilkan output secara optimal dengan input yang digunakan.
- 3) Unit tahun 2018 memberikan bobot inputnya sebesar 0,0062 untuk produktivitas perluas (IPL).
- 4) DMU tahun 2018 merupakan unit yang efisien, hal ini ditunjukkan oleh nilai dual dari unit tahun 2018 yang tidak bernilai nol (=1). Oleh karenanya, tahun 2018 tidak memiliki *Efficient Reference Set* dan angka pengganda (*multiplier*).

Tabel 5. Hasil Input Data Teknis Tahun 2019

DMUs	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS
Maximize	1994,52	97,03	107797	0	0	
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0
2018	1770,86	108,83	120907	-162,72	-15	<= 0
2019	1994,52	97,03	107797	-205,56	-18	<= 0
2020	1979	94	104227	-211	-1898	<= 0
2021	1976	28	31458	-63	-7	<= 0
Input 2019	0	0	0	205,56	18	= 1

Sumber: Hasil penelitian

Hasil perhitungannya dengan Data Envelopment Analysis terlihat pada Gambar 4 dibawah ini:

	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS	Dual
Maximize	1.994,52	97,03	109.797,	0,	0,		
2017	503,	62,66	915,	-149,55	-1,19	<=	0,
2018	1.770,86	108,	120.907,	-162,	-15,	<=	0,
2019	1.994,52	97,03	109.797,	-205,56	-18,	<=	0,
2020	1.979,	94,	104,	-211,	-1.898,	<=	0,
2021	1.976,	28,	31.458,	-63,	-7,	<=	0,
Input 2019	0,	0,	0,	205,56	18,	=	1,
Solution->	0,0001	0,	0,	0,	0,0556		\$0,8

Gambar 4. Hasil solution DEA DMU Tahun 2019 dengan DS for Windows

Dari gambar 4 hasil output dengan solution DEA menggambarkan bahwa:

- 1) DMU tahun 2019 merupakan unit yang tidak efisien, karena nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) sama dengan 0,8 atau 80%.
- 2) Nilai fungsi tujuan tersebut tidak sama *shadow price* (nilai dual) pada kendala ekstra (total input tertimbang unit tahun 2019). Hal tersebut mengindikasikan bahwa tahun 2019 belum mampu menghasilkan output secara optimal dengan input yang digunakan.
- 3) Unit tahun 2019 memberikan outputnya sebesar 0,0002 untuk jumlah produksi (OJP) dan memberikan bobot inputnya sebesar 0,0556 untuk produktivitas perluas (IPL).
- 4) DMU tahun 2019 merupakan unit yang tidak efisien, hal ini ditunjukkan oleh nilai dual dari unit tahun 2019 yang bernilai 0,8006. Oleh karenanya, tahun 2019 memiliki *Efficient Reference Set* unit tahun 2008 dengan angka pengganda (*multiplier*) sebesar 0,8418 dan 2021 dengan angka pengganda (*multiplier*) sebesar 0,255.

Tabel 6. Hasil Input Data Teknis Tahun 2020

DMUs	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS
Maximize	1979	94	104227	0	0	
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0
2018	1770,86	108,83	120907	-162,72	-15	<= 0
2019	1994,52	97,03	107797	-205,56	-18	<= 0
2020	1979	94	104227	-211	-1898	<= 0
2021	1976	28	31458	-63	-7	<= 0
Input 2020	0	0	0	211	1898	= 1

Sumber: Hasil penelitian

Hasil perhitungannya dengan Data Envelopment Analysis terlihat pada Gambar 5 dibawah ini:

	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS	Dual
Maximize	1.979	94	104	0	0		
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0	0
2018	1.770,86	108	120.907	-162	-15	<= 0	0,7956
2019	1.994,52	97,03	109.797	-205,56	-18	<= 0	0
2020	1.979	94	104	-211	-1.898	<= 0	0
2021	1.976	28	31.458	-63	-7	<= 0	0,2885
Input 2020	0	0	0	211	1.898	= 1	0,697
Solution->	0,0001	0,006	0	0,0047	0		\$0,7

Gambar 5. Hasil solution DEA DMU Tahun 2020 dengan DS for Windows

Dari gambar 5 hasil output dengan solution DEA menggambarkan bahwa:

- 1) DMU tahun 2020 merupakan unit yang tidak efisien, karena nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) sama dengan 0,7 atau 70%.
- 2) Nilai fungsi tujuan tersebut tidak sama *shadow price* (nilai dual) pada kendala ekstra (total input tertimbang unit tahun 2020). Hal tersebut mengindikasikan bahwa tahun 2020 belum mampu menghasilkan output secara optimal dengan input yang digunakan.
- 3) Unit tahun 2020 memberikan outputnya sebesar 0,0002 untuk jumlah produksi (OJP), sebesar 0,006 untuk luas panen (OLP), dan memberikan bobot inputnya sebesar 0,047 untuk produktivitas perluasan (IPL).
- 4) DMU tahun 2020 merupakan unit yang tidak efisien, hal ini ditunjukkan oleh nilai

dual dari unit tahun 2020 yang bernilai 0,697. Oleh karenanya, tahun 2020 memiliki *Efficient Reference Set* unit tahun 2008 dengan angka pengganda (*multiplier*) sebesar 0,7956 dan 2021 dengan angka pengganda (*multiplier*) sebesar 0,2885.

Tabel 7. Hasil Input Data Teknis Tahun 2021

DMUs	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS
Maximize	1976	28	31458	0	0	
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0
2018	1770,86	108,83	120907	-162,72	-15	<= 0
2019	1994,52	97,03	107797	-205,56	-18	<= 0
2020	1979	94	104227	-211	-1898	<= 0
2021	1976	28	31458	-63	-7	<= 0
Input 2021	0	0	0	63	7	= 1

Sumber: Hasil penelitian

Hasil perhitungannya dengan Data Envelopment Analysis terlihat pada Gambar 6 dibawah ini:

	OJP	OLP	OTP	IPL	IPP	RHS	Dual
Maximize	1.976	28	31.458	0	0		
2017	503	62,66	915	-149,55	-1,19	<= 0	0
2018	1.770,86	108	120.907	-162	-15	<= 0	0
2019	1.994,52	97,03	109.797	-205,56	-18	<= 0	0
2020	1.979	94	104	-211	-1.898	<= 0	0
2021	1.976	28	31.458	-63	-7	<= 0	1
Input 2021	0	0	0	63	7	= 1	1
Solution->	0,0002	0	0	0,0159	0		\$1

Gambar 6. Hasil solution DEA DMU Tahun 2021 dengan DS for Windows

Dari gambar 6 hasil output dengan solution DEA menggambarkan bahwa:

- 1) DMU tahun 2021 merupakan unit yang efisien, karena nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) sama dengan 1 atau 100%.
- 2) Nilai fungsi tujuan tersebut juga sama *shadow price* (nilai dual) pada kendala ekstra (total input tertimbang unit tahun 2021). Hal tersebut mengindikasikan bahwa tahun 2021 mampu menghasilkan output secara optimal dengan input yang digunakan.

- 3) Unit tahun 2021 memberikan outputnya sebesar 0,0002 untuk jumlah produksi (OJP) dan memberikan bobot inputnya sebesar 0,0159 untuk produktivitas perluas (IPL).
- 4) DMU tahun 2021 merupakan unit yang efisien, hal ini ditunjukkan oleh nilai dual dari unit tahun 2021 yang tidak bernilai nol (=1). Oleh karenanya, tahun 2021 tidak memiliki *Efficient Reference Set* dan angka pengganda (*multiplier*).

### 3.2. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian dan analisa yang didapat ringkasan hasil analisa dari problem *linear programming* yang memuat *objective function value*, *efficient reference set* (unit yang digunakan sebagai acuan), serta *multipliers* (angka pengganda) dari dataset tanaman jeruk Kabupaten Sleman Tahun 2017 s.d 2021 dengan pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA) menggunakan program DS for Windows yaitu terdapat 2 (dua) DMU yang tidak efisien dari 5 (lima) DMU yang ada. Ketiga DMU tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil Tabulasi DEA

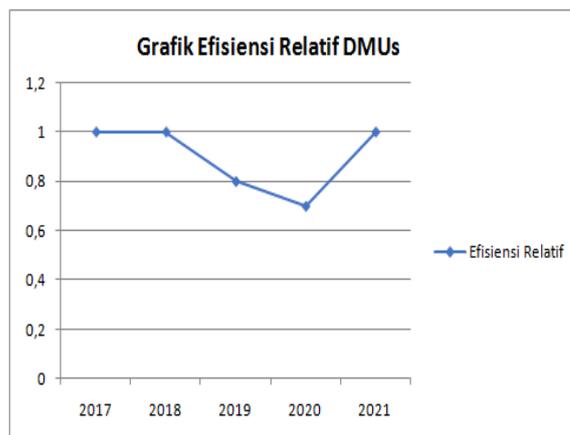
DMUs	Efficiency Relative	Efficient Reference Set	Multipliers
2017	100%	Tidak Ada	Tidak Ada
2018	100%	Tidak Ada	Tidak Ada
2019	80%	2018 2021	0,8418 0,255
2020	70%	2018 2021	0,7956 0,2885
2021	100%	Tidak Ada	Tidak Ada

Sumber: Hasil penelitian

Tabel 8 diatas menggambarkan bahwa unit tahun 2017, 2018 dan 2021 memiliki *Efficiency Relative* sebesar 100%, dengan tidak ada *Efficient Reference Set* dan tidak ada *multiplier*. Sedangkan untuk unit tahun 2019 pencapaian *Efficiency Relative* sebesar

80% dan tahun 2020 dengan pencapaian *Efficiency Relative* sebesar 70%.

Gambar 7 dibawah ini merupakan grafik penggambaran DMU masing-masing unit tiap tahunnya dari hasil analisis penelitian yang sesuai dengan Tabel 8. Hasil analisa Data Envelopment Analysis (DEA) yang didapatkan.



Gambar 7. Grafik Efisiensi Relatif DMUs

## 4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan bahwa pengukuran efisiensi teknik produktivitas tanaman jeruk di Kabupaten Sleman menunjukkan tren positif kembali di tahun 2021. Pada tahun 2019 dan 2020, dimana unit-unit dianggap tidak efisien, karena nilai fungsi tujuannya (*objective function value*) sama dengan 0,8 atau 80% untuk unit tahun 2019 dan 0,7 atau 70 untuk unit tahun 2020.

Sedangkan tahun 2017, 2018 dan 2021, dimana menunjukkan pencapaian dengan tingkat efisiensi relatif mencapai 100% atau bernilai 1, sehingga dapat menjadi acuan untuk tahun-tahun berikutnya. Hal ini membuktikan bahwa sudah mulai difokuskan untuk mendapatkan pengoptimalan produktivitas tanaman jeruk yang lebih efisien, sehingga dapat hasil produksi yang lebih baik.

## 5. Referensi

- Anti, A. R., & Sudrajat, A. (2021). Optimization of profits using linear programming simplex method, *13*(2),

- 188–194.
- Bernard, B. M., Song, Y., Hena, S., Ahmad, F., & Wang, X. (2022). Assessing Africa ' s Agricultural TFP for Food Security and Effects on Human Development: Evidence from 35 Countries.
- Bournaris, T., & Vlontzos, G. (2019). Efficiency of Vegetables Produced in Glasshouses: The Impact of Data Envelopment Analysis ( DEA ) in Land Management Decision Making, 1–11. <https://doi.org/10.3390/land8010017>
- Chang, M., Liu, J., Shi, H., & Guo, T. (2022). The Effect of Off-Farm Employment on Agricultural Production Efficiency: Micro Evidence in China, 1–12.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
- Emrouznejad, A., Amin, G. R., Ghiyasi, M., & Michali, M. (2023). A Review of Inverse Data Envelopment Analysis: Origins , Development , and Future Directions. *IMA Journal of Management Mathematics*, (April), 1–38. <https://doi.org/10.1093/imaman/dpad006>
- Fimawahib, L., Bakti, I. R., & Supriyanto, A. (2022). Algoritma K-Medoids untuk Pengelompokan Produksi Padi dan Beras sebagai Upaya Optimalisasi Ketahanan Pangan di Provinsi Riau. *SATIN – Sains Dan Teknologi Informasi*, 8(2), 13–24. <https://doi.org/10.33372/stn.v8i2.877>
- Ganesha, H. S., Vaswani, L. K., & Subudhi, R. N. (2019). Efficiency Measurement using Dea. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(3), 8237–8241. <https://doi.org/10.35940/ijrte.C6721.098319>
- Hardiyanto, & Wahyudin. (2021). Pengukuran Efisiensi Relatif Distribusi Listrik PT PLN ( Persero ) Wilayah DKI Jakarta Dengan Metode DEA. *Jurnal Teknik Komputer*, 7(1), 64–67. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- Hersy, V., Saputri, L., Sutopo, W., & Hisjam, M. (2019). Sustainable Agri-Food Supply Chain Performance Measurement Model for GMO and Non-GMO Using Data Envelopment Analysis Method. *Applied Sciences*, 9. <https://doi.org/10.3390/app9061199>
- Isgin, T., Ozel, R., Bilgic, A., Florkowsky, W. J., & Sevinc, M. R. (2020). DEA Performance Measurements in Cotton Production of Harran Plain , Turkey : A Single and Double Bootstrap Truncated Regression Approaches. *Sustainability*, 12.
- Kyrgiakos, L. S., Kleftodimos, G., Vlontzos, G., & Pardalos, P. M. (2023). *A Systematic Literature Review of Data Envelopment Analysis Implementation in Agriculture under the Prism of Sustainability*. *Operational Research* (Vol. 23). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s12351-023-00741-5>
- Liang, Y., Jing, X., Wang, Y., Shi, Y., & Ruan, J. (2019). Evaluating Production Process Efficiency of Provincial Greenhouse Vegetables in China Using Data Envelopment Analysis: A Green. *Processes*, 7. <https://doi.org/10.3390/pr7110780>
- Nellutla, R., Goverdhan, M., & Vajjha, H. (2018). Measuring the Technical Efficiency of Decision Making Units by CCR Model in Measuring the Technical Efficiency of Decision Making Units by CCR Model in Data Envelopment Analysis. *International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences*, 5(4), 54–60. <https://doi.org/10.26438/ijrms/v5i4.5460>
- Nguyen, T. T. T., Le, H. H., Ho, T. M. H., Dogot, T., Burny, P., Bui, T. N., & Lebailly, P. (2020). Efficiency Analysis of the Progress of Orange Farms in Tuyen Quang Province , Vietnam Towards Sustainable Development. *Sustainability*, 12.
- Prastika, Y. D., Puruhito, D. D., & Listiyani. (2016). Studi Komparatif Penggunaan Urin Sapi pada Tanaman Jeruk (Studi Kasus di Desa Taro, Kec.Tegallalang, Kab. Gianyar). *Masepi*, 1(1).
- Rifqi, M., & Basorudin. (2020). Penerapan Metode Weighted Product untuk

- Pemilihan Tanaman Tumpangsari pada Kebun Kelapa Sawit. *SATIN – Sains Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 2020. <https://doi.org/10.33372/stn.v6i2.670>
- Rybaczewska-Błazejowska, M., & Gierulski, W. (2018). Eco-Efficiency Evaluation of Agricultural Production in the EU-28. *Sustainability*, 10, 1–21. <https://doi.org/10.3390/su10124544>
- Saryoko, A. (2016). Metode Simpleks Dalam Optimalisasi Hasil Produksi, 1(1), 27–36.
- Shafiee, M., & Saleh, H. (2019). Evaluation of Strategic Performance with Fuzzy Data Envelopment Analysis. *International Journal of Data Envelopment Analysis*, 7(4), 1–20.
- Sholihah, E. N. (2022). Risk Management of Salak Pondoh Business Production in Turi District, Sleman Regency. *Agrisep*, 21(1), 193–206. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.21.1.193-206>
- Syp, A., & Osuch, D. (2018). Assessment of Farm Efficiency and Productivity: A Data Analysis Envelopment Approach (pp. 146–153). <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.065>
- Wang, C., Nguyen, M., Nguyen, T., Hsu, H., & Nguyen, T.-H.-Y. (2021). Effective Decision Making: Data Envelopment Analysis for Efficiency Evaluation in the Cloud Computing Marketplaces, 10, 1–18.