

Penerapan *Data Envelopment Analysis* (DEA) pada Sistem Pendukung Keputusan Pembangunan Infrastruktur Sekolah (Studi Kasus Kota Kendari, Sulawesi Tenggara)

LM. Fajar Israwan^{a*}, Fithriah Musadat^b, Aswan^c

^{a,b}Teknik Informatika, Universitas Dayanu Ikhsanuddin

^cManajemen, Universitas Dayanu Ikhsanuddin

Abstract

Education as one of the factors supporting human resource development, has an important role in dealing with life changes that dynamic. The Education in Indonesia one of the problems that exist, namely the low equity of educational infrastructure. This study aims to measure the efficiency of school infrastructure development, a case study in the city of Kendari Southeast Sulawesi. Constant Return to Scale (CRS) Model of Data Envelopment Analysis (DEA) is used as a method of measuring efficiency, using four input variables and four output variables. There are 10 sub-district as a Decision Making Unit (DMU) will be compared. From the results of the calculation are 7 DMU efficient and 3 DMU inefficient, so it to be optimized. The results of the optimization variables were tested using LiPS software and obtained the optimal outcome for all DMU.

Keywords : CRS, DEA, Efficiency, School.

Abstrak

Pendidikan sebagai salah satu faktor pendukung peningkatan sumber daya manusia, memiliki peran yang penting dalam menghadapi perubahan kehidupan yang dinamis. Dalam dunia pendidikan di Indonesia salah satu permasalahan yang ada yaitu rendahnya pemerataan sarana fisik pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efisiensi pembangunan infrastruktur sekolah, studi kasus pada kota Kendari Sulawesi Tenggara. Model *Constant Return to Scale* (CRS) *Data Envelopment Analysis* (DEA) digunakan sebagai metode dalam pengukuran efisiensi, menggunakan 4 variabel input dan 4 variabel output. Terdapat 10 Kecamatan sebagai *Decision Making Unit* (DMU) yang akan dibandingkan. Dari hasil perhitungan terdapat 7 DMU yang efisien dan 3 DMU yang tidak efisien, sehingga perlu dioptimalkan. Hasil optimalisasi variabel diuji menggunakan software LiPS dan diperoleh hasil optimal untuk semua DMU.

Kata Kunci : CRS, DEA, Efisiensi, Sekolah.

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu faktor pendukung dalam peningkatan sumber daya manusia. Oleh karena itu, diharapkan pembangunan pendidikan dapat menjamin pemerataan kesempatan pendidikan dan peningkatan mutu untuk menghadapi tuntutan perubahan kehidupan yang dinamis (Isa, 2009).

Menurut Peraturan Presiden RI Nomor 7 Tahun 2005 Tentang Pembangunan Jangka Menengah Nasional, menjelaskan bahwa salah satu permasalahan yang ada di Indonesia yaitu rendahnya kualitas sumber daya yang ada. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu rendahnya pemerataan sarana fisik pendidikan di Indonesia (Kasim, 2009). Oleh karena itu diperlukan evaluasi terkait efisiensi pembangunan infrastruktur pendidikan, yang dapat dijadikan sebagai

pertimbangan dalam pengambilan keputusan guna peningkatan sumber daya pendidikan.

Metode dalam pengukuran efisiensi dapat dilakukan dengan pendekatan nonparametrik berdasarkan penemuan dari populasi dengan mengevaluasi efisiensi relatif terhadap unit-unit yang diobservasi. Pendekatan ini dikenal dengan nama *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Rusyidina, 2013). Metode DEA dapat digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk mengukur sekaligus membandingkan efisiensi antar unit-unit objek yang diukur.

Penelitian tentang pengukuran efisiensi dan pembangunan infrastruktur pendidikan telah banyak dilakukan (Johnes, 2006), menggunakan DEA untuk mengukur efisiensi pada perguruan tinggi, *Decision Making Unit* (DMU) yang diukur yaitu 100 perguruan tinggi di Inggris. Adapun variabel input yang

digunakan yaitu jumlah dan kualitas mahasiswa, jumlah mahasiswa pascasarjana, biaya administrasi sedangkan outputnya yaitu jumlah dan kualitas gelar sarjana, jumlah derajat pascasarjana dan penelitian.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Immanuel (2013) bertujuan untuk melihat variasi jumlah sekolah yang ada di Indonesia. Metode yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif, dari hasil penelitian diperoleh terdapat perbedaan variasi jumlah sekolah tiap provinsi di Indonesia yang dipengaruhi oleh jumlah tenaga pendidik.

Lestari, dkk (2013) menganalisis tingkat efisiensi Sekolah Dasar di Kota Malang. Menggunakan 10 Sekolah Dasar sebagai DMU dengan Model Constant Return Scale (CRS) DEA sebagai metode dalam pengukuran efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan 8 sekolah dasar telah efisien dan 2 sekolah dasar belum dapat memanfaatkan sumber daya yang dimiliki sehingga berada pada posisi tidak efisien.

Penelitian yang selanjutnya dilakukan menggunakan Model CRS DEA pada Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk mengukur efisiensi jumlah infrastruktur sekolah di Kota Kendari Sulawesi Tenggara.

2. Kerangka Teori

2.1. Efisiensi

Efisiensi mempunyai pengertian perbandingan antara keluaran (output) dan masukan (input) (Syamsu, 2007). Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia efisiensi didefinisikan sebagai ketepatan cara (usaha, kerja) dalam menjalankan sesuatu (dengan tidak membuang waktu, tenaga, biaya); kedayagunaan; ketepatangunaan. Sedangkan menurut Adisasmita (2011), efisiensi adalah merupakan komponen-komponen input yang digunakan seperti waktu, tenaga dan biaya dapat dihitung penggunaannya dan tidak berdampak pada pemborosan atau pengeluaran yang tidak berarti.

Ukuran dasar efisiensi yaitu rasio total output total input.

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (2.1)$$

2.2. Data Envelopment Analysis (DEA)

Metode DEA diciptakan sebagai alat evaluasi kinerja suatu aktivitas di sebuah unit entitas. DEA merupakan teknik berbasis pemrograman linear untuk mengevaluasi efisiensi relatif dari unit pengambilan keputusan, dengan cara membandingkan antara DMU satu dengan DMU lain yang memanfaatkan sumber daya yang sama untuk menghasilkan output yang sama (Tsai dkk, 2002). DMU yang mencapai efisiensi 100% dianggap efisien sedangkan DMU dengan nilai dibawah 100% dianggap tidak efisien. DMU yang efisien digunakan

sebagai acuan benchmarking bagi DMU yang belum efisien (Lee dkk, 2012).

Kelebihan dari metode DEA dalam penentuan efisiensi yaitu:

1. Dapat menangani banyak input maupun output.
2. Tidak membutuhkan asumsi hubungan fungsional antara variabel input dan output.
3. Unit kegiatan ekonomi dibandingkan secara langsung dengan sesamanya.
4. Input dan output memiliki satuan pengukuran yang berbeda.

Salah satu model pada DEA yaitu *Constant Return to Scale* (CRS), diperkenalkan oleh Charnes, Cooper dan Rodhes, sehingga model ini disebut juga Model CCR DEA (Cooper dkk, 2006). Konsep ini mengasumsikan bahwa rasio antara penambahan input dan output adalah sama. Model ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} \\ \text{subject to} & \end{aligned} \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} \\ & \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} - \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} \leq 0; \quad n = 1, 2, \dots, N \\ & v_{jm}, u_{im} \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad j = 1, 2, \dots, J \end{aligned}$$

Dengan:

- Z adalah efisiensi DMU ke- m .
- y_{jm} adalah output ke- j untuk DMU ke- m .
- v_{jm} adalah besarnya bobot output.
- x_{im} adalah input ke- i untuk DMU ke- m .
- u_{im} adalah besarnya bobot input

Maksimisasi (2.2) merupakan efisiensi teknis (CRS), X_{im} adalah banyaknya input tipe ke- I dari DMU ke- i dan y_{jm} adalah jumlah output tipe ke- J dari DMU ke- j . DMU yang nilai efisiensinya kurang dari 1 berarti tidak efisien, sedangkan DMU yang nilai efisiensinya sama dengan 1 berarti efisien. DMU yang tidak efisien dapat dioptimalkan dengan menggunakan reference set pada DMU itu sendiri, dengan menggunakan formula 2.3.

$$\widehat{y}_o = y_o - \Delta y_o = \theta^* x y_o - s^{-*} \leq y_o \quad (2.3)$$

$y_o \geq$ teknis – kumpulan tidak efisien = kombinasi positif yang diperoleh dari nilai output.

2.3. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

SPK atau *Decision Support System* (DSS) adalah sebuah sistem yang memiliki kemampuan pemecahan masalah dalam membantu pengambilan keputusan baik situasi semi terstruktur atau situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat

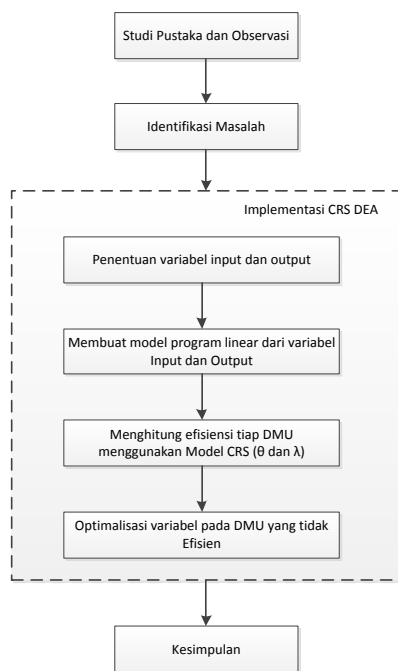
(Turban, 2001). SPK merupakan implementasi teori-teori pengambilan keputusan yang telah diperkenalkan oleh ilmu-ilmu riset operasi dan sains manajemen dengan memanfaatkan teknologi komputer dalam proses perhitungan, sehingga informasi yang dihasilkan dapat lebih cepat dan akurat.

SPK bertujuan untuk menyediakan informasi, membimbing, memberikan prediksi serta mengarahkan kepada pengguna informasi agar dapat melakukan pengambilan keputusan dengan lebih baik.

3. Metodologi

3.1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian SPK pengukuran efisiensi pembangunan infrastruktur sekolah ditunjukkan pada gambar 1. berikut:



Gambar 1. Prosedur Penelitian

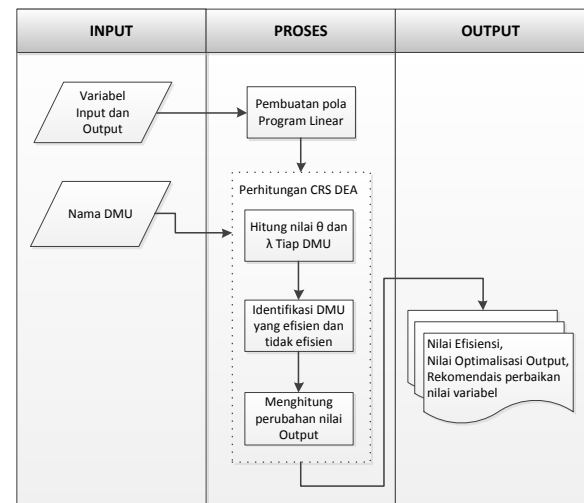
Tahap - tahap prosedur penelitian pada gambar 1 adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka dan observasi
Langkah pertama yaitu menetapkan topik penelitian, melakukan kajian pustaka, mengumpulkan informasi dan melakukan pengumpulan data dengan cara mengamati dan mencatat sistematis data peserta didik dan jumlah sekolah di Kota Kendari Sulawesi Tenggara. Data diperoleh dari website Kementerian Pendidikan Nasional <http://referensi.data.kemendikbud.go.id>
2. Identifikasi masalah
Penentuan permasalahan yang akan diolah dan dianalisis, sejauhmana pembangunan infrastruktur sekolah ditiap kecamatan telah efisien.

3. Penentuan variabel input dan output
Variabel Input yang digunakan yaitu jumlah peserta didik SD, SMP/MTs, SMA/MA dan SMK di tiap kecamatan pada kota Kendari, sedangkan untuk Variabel Output yang digunakan yaitu jumlah sekolah untuk tiap jenjang ditiap kecamatan.
4. Implementasi metode
Langkah awal dari tahap implementasi yaitu membuat pola program linear dari variabel input dan output menggunakan model CRS DEA, kemudian dihitung nilai efisiensi tiap DMU/ θ , nilai λ sebagai *reference set* bagi DMU yang belum efisien. Hasil dari perhitungan ditampilkan pada sebuah aplikasi dashboard untuk memudahkan dalam penyajian informasi.
5. Optimalisasi DMU
Langkah berikutnya setelah mengetahui DMU yang efisien dan tidak efisien, yaitu mengoptimalkan DMU yang belum efisien dengan cara menghitung perubahan nilai variabel output.
6. Penarikan kesimpulan
Langkah terakhir yaitu menarik kesimpulan berupa rekomendasi berupa jumlah sekolah yang harus ada ditiap kecamatan dilihat dari jumlah peserta didik sehingga dikatakan optimal dan efisien.

3.2. Kerangka Sistem

Kerangka sistem SPK pengukuran efisiensi pembangunan infrastruktur sekolah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Sistem

Secara garis besar Kerangka Sistem SPK Pembangunan Infrastruktur Sekolah pada gambar 2 terdiri dari tiga tahap yaitu:

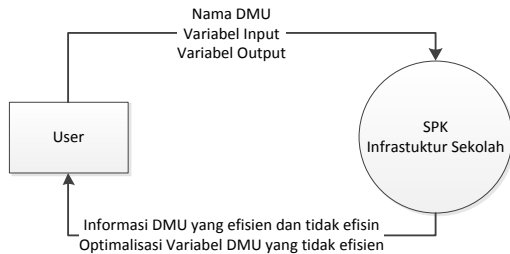
1. Tahap Input, terdiri dari pengimputan nama DMU serta variabel input dan output.
2. Tahap Proses, berupa proses perhitungan nilai dari tiap variabel untuk menentukan DMU yang efisien dan tidak efisien, serta proses perhitungan

optimalisasi variabel output bagi DMU yang tidak efisien.

3. Tahap Output, merupakan keluaran yang dihasilkan berupa informasi efisiensi tiap DMU (θ) dan nilai reference set (λ), perubahan nilai output yang optimal tiap DMU serta rekomendasi jumlah sekolah yang harus dibangun di tiap kecamatan.

3.3. Diagram Konteks

Diagram konteks SPK pembangunan infrastruktur sekolah ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Sistem

Gambar 3. menunjukkan diagram konteks pada SPK pengukuran efisiensi pembangunan infrastruktur sekolah. User sebagai pemakai sistem menginputkan nama DMU yaitu nama kecamatan di kota Kendari serta data variabel input dan output berupa jumlah peserta didik dan jumlah sekolah tiap jenjang pendidikan. Hasil dari sistem berupa informasi DMU/Kecamatan yang telah efisien dan tidak efisien, serta nilai optimalisasi variabel output bagi DMU yang tidak efisien.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 10 DMU dengan 4 variabel input dan 4 variabel output, seperti ditunjukkan pada tabel 1. berikut ini

Tabel 1. Data Variabel Input dan Output DMU

NO	NAMA KECAMATAN	PESERTA DIDIK				JUMLAH SEKOLAH			
		SD/MI	SMP/MTs	SMA/MA	SMK	SD/MI	SMP/MTs	SMA/MA	SMK
1	Mandongga	4446	662	640	536	16	4	4	2
2	Poasia	4507	1676	1018	1123	17	6	3	5
3	Kendari	3439	817	1092	0	16	5	2	0
4	Baruga	3455	544	1229	1546	13	7	5	4
5	Kendari Barat	5658	2794	3476	199	26	10	6	2
6	Abeli	3649	669	507	0	21	6	2	0
7	Puuwatu	4088	1169	973	0	12	5	2	0
8	Kadia	6132	1946	2074	1925	13	7	7	4
9	Wua-Wua	1748	1410	271	172	6	4	2	3
10	Kambu	1797	926	505	429	13	8	3	4

Data pada tabel 4.1 dibuat dalam bentuk program linear menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Maksimumkan } \theta = 16u_1 + 4u_2 + 4u_3 + 2u_4 \\
 &\text{Kendala} \quad 16u_1 + 4u_2 + 4u_3 + 2u_4 \leq 4446v_1 + 662v_2 + 640v_3 + 536v_4 \\
 &\quad 17u_1 + 6u_2 + 3u_3 + 5u_4 \leq 4507v_1 + 1676v_2 + 1018v_3 + 1123v_4 \\
 &\quad 16u_1 + 5u_2 + 2u_3 + 0u_4 \leq 3439v_1 + 817v_2 + 1092v_3 + 0v_4 \\
 &\quad 13u_1 + 5u_2 + 7u_3 + 4u_4 \leq 3455v_1 + 544v_2 + 1229v_3 + 1546v_4 \\
 &\quad 26u_1 + 10u_2 + 6u_3 + 2u_4 \leq 5658v_1 + 2794v_2 + 3476v_3 + 199v_4 \\
 &\quad 21u_1 + 6u_2 + 2u_3 + 0u_4 \leq 3649v_1 + 669v_2 + 507v_3 + 0v_4 \\
 &\quad 12u_1 + 5u_2 + 2u_3 + 0u_4 \leq 4088v_1 + 1169v_2 + 973v_3 + 0v_4 \\
 &\quad 13u_1 + 7u_2 + 7u_3 + 4u_4 \leq 6132v_1 + 1946v_2 + 2074v_3 + 1925v_4 \\
 &\quad 6u_1 + 4u_2 + 2u_3 + 3u_4 \leq 1748v_1 + 1410v_2 + 271v_3 + 172v_4 \\
 &\quad 13u_1 + 8u_2 + 3u_3 + 4u_4 \leq 1797v_1 + 926v_2 + 505v_3 + 429v_4
 \end{aligned}$$

Pola program linear tiap DMU menjadi data masukan pada Aplikasi LiPS untuk menghitung nilai

θ dan λ tiap DMU, hasil perhitungan dari 10 DMU dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan LiPS

ID DMU	CRS Eff / θ	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	Reference Set
		DMU01	DMU02	DMU03	DMU04	DMU05	DMU06	DMU07	DMU08	DMU09	DMU10	
DMU01	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DMU02	0,6879	0,079	0	0	0,053	0	0	0	0	0	1,157	1,4,10
DMU03	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
DMU04	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
DMU05	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
DMU06	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
DMU07	0,8634	0	0	0,569	0	0	0,431	0	0	0	0	3,6
DMU08	0,7709	0,129	0	0	0,587	0	0	0	0	0	1,183	1,4,10
DMU09	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
DMU10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10

4.2. Pembahasan

Hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk *dashboard* berbasis dekstop sehingga memberikan kemudahan dalam penyajian informasi. Adapun tampilan data DMU pada aplikasi SPK ditunjukkan gambar 4.

NoDMU	NamaDMU	SiswaSD	SiswaSMP_MTs	SiswaSMA_MA
DMU01	Mandongga	4446	662	640
DMU02	Poasia	4507	1676	1018
DMU03	Kendari	3439	817	1092
DMU04	Baruga	3455	544	1229
DMU05	Kendari Barat	5658	2794	3476
DMU06	Abeli	3649	669	507
DMU07	Puuwatu	4088	1169	973
DMU08	Kadia	6132	1946	2074
DMU09	Wua-Wua	1748	1410	271
DMU10	Kambu	1797	926	505

Gambar 4. Data DMU

Hasil dari proses perhitungan efisiensi menggunakan Model CRS DEA ditampilkan dalam bentuk informasi seperti pada gambar 5. berikut ini:

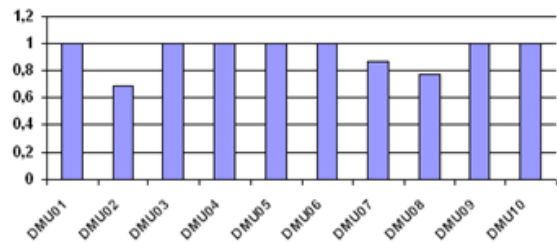
NoDMU	NamaDMU	CRSEff
DMU01	Mandongga	1
DMU02	Poasia	0,6879
DMU03	Kendari	1
DMU04	Baruga	1
DMU05	Kendari Barat	1
DMU06	Abeli	1
DMU07	Puuwatu	0,8634
DMU08	Kadia	0,7709
DMU09	Wua-Wua	1
DMU10	Kambu	1

Gambar 5. Nilai CRS Efisiensi DMU

Hasil perhitungan menggunakan model CRS DEA menunjukkan terdapat 7 kecamatan yang memiliki nilai 1 atau telah efisien yaitu Kecamatan

Mandongga, Kendari, Baruga, Kendari Barat, Abeli, Wua-Wua dan Kambu. Sedangkan 3 kecamatan belum efisien yaitu Kecamatan Poasia dengan nilai 0,6879, Puuwatu dengan nilai 0,8634 dan Kadia dengan nilai 0,7709.

Secara grafik nilai hasil perhitungan efisiensi Model CCR DEA disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik CRS Efisiensi DMU

Untuk mengoptimalkan nilai variabel output pada DMU yang tidak efisien, maka nilai θ pada DMU yang tidak efisien dibagi dengan nilai output yang akan dioptimalkan kemudian hasil pembagian dibulatkan. Dari hasil perhitungan optimalisasi variabel output diperoleh nilai optimal seperti pada gambar 7. berikut ini:

No DMU	Kecamatan	SD	SMP / MTs	SMA / MA	SMK
DMU02	Poasia	24,671	8,763	4,563	8,012
DMU07	Puuwatu	13,748	6,210	3,671	0,000
DMU08	Kadia	16,875	9,786	9,864	6,325

Gambar 7. Optimalisasi Variabel Output

Optimalisasi variabel pada gambar 7. menunjukkan terdapat penambahan infrastruktur sekolah menjadi:

1. Kecamatan Poasia, SD 25 sekolah, SMP/MTs 9 sekolah, SMA/MA 5 Sekolah dan SMK 8 Sekolah.

2. Kecamatan Puuwatu, SD 14 Sekolah, SMP/MTs 6 sekolah, SMA/MA 3 Sekolah dan SMK 0 Sekolah.
3. Kecamatan Kadia, SD 17 sekolah, SMP/MTs 10 sekolah, SMA/MA 10 Sekolah dan SMK 6 Sekolah.

Hasil akhir dari aplikasi SPK Pengukuran Efisiensi Pembangunan Infrastruktur Sekolah, diuji

kembali menggunakan aplikasi LiPS untuk mengetahui tingkat keakuratan perhitungan, hasilnya ditunjukkan pada tabel 3. berikut ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai akhir SPK menggunakan LiPS

ID DMU	CCR Eff/ θ	λ_1	λ_2	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_6	λ_7	Reference Set
		DMU01	DMU03	DMU03	DMU04	DMU05	DMU06	DMU09	DMU10	DMU09	DMU10	
DMU01	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DMU02	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
DMU03	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
DMU04	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
DMU05	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
DMU06	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
DMU07	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
DMU08	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
DMU09	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
DMU10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10

5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rekomendasi dari Aplikasi SPK berupa optimalisasi nilai variabel output telah efisien, ditunjukkan dengan hasil uji menggunakan Software LiPS semua DMU bernilai 1 atau efisien.

Daftar Pustaka

- Cooper, WW., Seiford, LM., Tone, K., 2006, *Introduction Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver Software and References*, Springer, United States of America.
- Immanuel G B S, 2013, *Analisis Variasi Jumlah Sekolah dan Hubungannya Dengan Anggaran Pendidikan Sekolah Dasar dan Menengah di Setiap Provinsi di Indonesia*, UGM, Yogyakarta.
- Isa, M., 2009, Efisiensi Teknis Pendidikan Di Kota Surakarta: Aplikasidata Envelopment Analysis (DEA), *BENEFIT Jurnal Manajemen dan Bisnis Volume 13*, 14-22.
- Johnes, J., 2006, Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education, *Economics of Education Review Volume 25*, 273-288.
- Lee, H., Kim, C., 2012, A DEA-SERVQUAL Approach to Measurement and Benchmarking of Service Quality, *Procedia - Social and Behavioral Sciences Volume 40*, 756 – 762.
- Adisasmita, R., 2011, *Pengelolaan Pendapatan dan Anggaran Daerah*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Rusydiana, AS., Tim SMART Consulting., 2013, *Mengukur Tingkat Efisiensi dengna Data Envelopment Analysis*, SMART Publishing, Bogor.
- Syamsu, I., 2007, *Efisiensi, Sistem dan Prosedur Kerja*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Tsai, PF., Molinero, CM., 2002, A Variable Returns To Scale Data Envelopment Analysis Model For The Joint Determination of Efficiencies With An Example of The UK Health Service, *European Journal of Operational Research 141* 21–38.