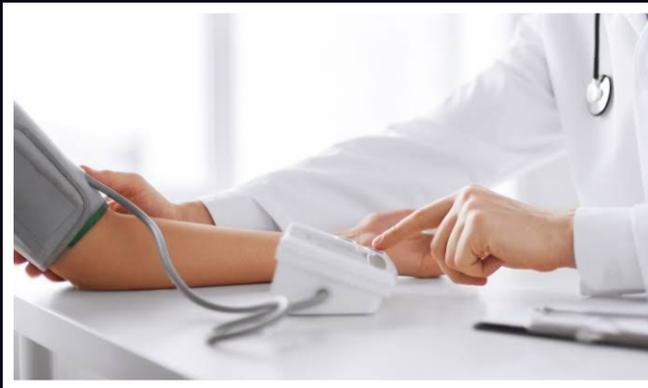


DAHLAN ABDULLAH INDRA PILIANTI D DEIBY CH. TINGGOGOY
SIMSOM TONDO CUT ITA ERLIANA

TINGKAT EFESIENSI PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS



Tingkat Efisiensi Pusat Kesehatan Masyarakat Dengan Metode Data Envelopment Analysis

Dahlan Abdullah
Indra Pilianti D
Deiby Ch. Tinggogoy
Simson Tondo
Cut Ita Erliana

Diterbitkan Oleh:



2020

TINGKAT EFISIENSI PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Hak Cipta © 2020 pada

Penulis

Dahlan Abdullah
Indra Pilianti D
Deiby Ch. Tinggogoy
Simson Tondo
Cut Ita Erliana

Layout

T.M. siddiq^(SEFA)

Pracetak dan Produksi
CV. Sefa Bumi Persada

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis

Penerbit:

SEFA BUMI PERSADA

Jl. B. Aceh – Medan, Alue Awe - Lhokseumawe
email: sefabumipersada@gmail.com

Telp. 085260363550

Cetakan I : 2020

ISBN – 978-623-7648-41-3

1. Hal. 114: 16,5 x 7,5 cm

I. Judul

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Tingkat Efisiensi Pusat Kesehatan Masyarakat Dengan Metode Data Envelopment Analysis”**.

Terwujudnya penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik motivasi, arahan, gagasan-gagasan, serta do'a. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.

Semoga segala bantuan yang tidak ternilai harganya tersebut mendapat imbalan berkah oleh Allah SWT sebagai amal ibadah, *Amin Yaa Rabbal 'Alamiin*.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. *Amin Yaa Rabbal 'Alamiin*.

Penulis,

Dahlan Abdullah

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Bab I Pendahuluan	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
Bab II Tinjauan Pustaka	
A. Pengertian Efisiensi	6
B. Pengertian Puskesmas	7
C. Tujuan dan Fungsi Puskesmas	7
D. Jenis Tenaga Kerja Kesehatan	8
E. Data Envelopment Analysis (DEA)	9
F. Hypertext Preprocessor (PHP)	11
G. MySQL	16
H. XAMPP	17
I. Database	20
J. CSS	25
K. Flowchart	27
L. Unified Modeling Language (UML)	28
M. Linear Interactive Discrete Optimizer (LINDO)	32
N. Linear Programming	33
Bab III Metode Penelitian	
A. Tahapan Pelaksanaan Penelitian	40
B. Langkah Penelitian	40
C. Pengumpulan Data	40
D. Pengolahan Data	41
E. Analisis Sistem	41
F. Skema Sistem	42

Bab IV Hasil Dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian 44
B. Pengelompokan Data Master 46
C. Manajemen Basis Model 84
D. Pembahasan..... 93
E. Pengujian Sistem 93
F. Implementasi Sistem 95
G. Implementasi Antar Muka 96

Bab V Kesimpulan Dan Saran

A. Kesimpulan 102
B. Saran 102

Daftar Pustaka.....103

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Suksesnya pembangunan nasional tidak terlepas dari suksesnya pembangunan suatu daerah. Salah satu yang mempengaruhi suksesnya pembangunan suatu daerah adalah dengan adanya peningkatan kualitas dalam bidang pelayanan kesehatan. Kesehatan adalah salah satu bidang yang tengah ditingkatkan oleh pemerintah untuk saat ini.

Peningkatan mutu pelayanan kesehatan menjadi isu utama dalam pembangunan kesehatan baik secara nasional maupun secara internasional. Hal ini didorong karena semakin besarnya tuntutan terhadap pelayanan kesehatan untuk mampu memberikannya pelayanan yang terbaik terhadap pasien.

Salah satu fasilitas kesehatan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah Puskesmas. Puskesmas sebagai salah satu pelayanan kesehatan yang sudah mengalami banyak kemajuan. Penyelenggaraan pelayanan kesehatan membutuhkan berbagai macam sumber daya, salah satu pilar utama terselenggaranya pelayanan kesehatan adalah ketersediaan tenaga medis. Semakin banyak tenaga medis semakin baik pula pelayanan dalam instansi tersebut.

Di Lhokseumawe, terdapat beberapa puskesmas yang pelayanan kesehatannya cukup efektif. Selama ini di kota Lhokseumawe belum pernah dilakukan proses pengukuran efisiensi antara puskesmas satu dengan puskesmas lainnya. Belum diketahui puskesmas di kota Lhokseumawe sudah optimal atau belum optimal terhadap pelayanan kesehatan. Berbagai upaya dilakukan agar kinerja pelayanan dapat dilakukan dengan maksimal. Dalam hal ini kemampuan dasar dan pengelolaan sumber daya dapat dilihat tingkat efisiensi

pelayanan di Lhokseumawe. Efisiensi adalah rasio antara *output* dengan *input*.

Maka untuk mengukur sekaligus membandingkan efisiensi antara puskesmas, maka dilakukanlah penelitian dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis (DEA)*. DEA adalah 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).

Tujuan akhir dari DEA dimaksudkan sebagai metode untuk evaluasi kinerja dan *benchmarking* (Zhu dkk, 2014). Efisiensi relatif dari DMU diukur dengan memperkirakan rasio bobot output untuk suatu input dan membandingkannya dengan DMU lainnya. DMU yang mencapai efisiensi 100% dianggap efisien sedangkan DMU dengan nilai dibawah 100% dianggap tidak efisien.

DEA mengidentifikasi satu set DMU yang efisien dan digunakan sebagai tolak ukur untuk perbaikan DMU yang tidak efisien. DEA juga memungkinkan melakukan perhitungan jumlah yang diperlukan untuk perbaikan dalam input dan output pada DMU sehingga menjadi efisien (Hakyeon Lee, 2012). Analisis ini berguna untuk mengukur tingkat kinerja atau efisiensi suatu unit pengambilan keputusan yang disebut dengan *Decision Making Unit (DMU)*.

Dasar dari efisiensi adalah rasio perbandingan *output* terhadap *input*, sehingga diperlukan suatu metode untuk dapat mengevaluasi efisiensi perusahaan secara objektif berdasarkan pengeluaran *input* yang dilakukan untuk mendapatkan suatu hasil *output*. Menanggapi konsep tersebut, *Data Envelopment Analysis (DEA)* sudah diakui sebagai alat yang dapat merepresentasi pengevaluasian kinerja dengan menggunakan teknik berbasis program linier untuk mengukur efisiensi unit organisasi yang dinamakan *Decision Making Units (DMU)*. DMU

adalah entitas-entitas yang akan diukur efisiensinya secara relatif terhadap sekelompok entitas lainnya yang homogen. Homogen berarti *input* dan *output* dari DMU yang dievaluasi harus sama atau sejenis. DMU dapat berupa entitas komersial maupun publik.

Maka dalam memudahkan pekerjaan dalam mengukur efisiensi suatu Puskesmas akan dirancang sebuah aplikasi untuk mengetahui seberapa efisien Puskesmas tersebut. Rancangan aplikasi ini berbentuk basis web dimana Dinas Kesehatan Lhokseumawe dapat mengetahui dengan mudah puskesmas yang efisien. Pada rancangan ini menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP) dan juga *MySQL*.

Di mana pengertian dari PHP ini sendiri adalah suatu bahasa pemrograman yang digunakan untuk menerjemahkan baris kode program menjadi kode mesin yang dapat dimengerti oleh komputer yang bersifat *server-side* yang dapat ditambahkan ke dalam HTML. Pada penelitian ini dilakukan untuk 6 Puskesmas yang terdapat pada kota Lhokseumawe yang diantaranya memiliki fasilitas rawat inap, dokter umum, dokter gigi, perawat, dan bidan. Hasil dari penelitian ini dapat membantu puskesmas dalam upaya perbaikan dan peningkatan fasilitas pelayanan.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Bagaimana menerapkan metode *Data Envelopment Analysis* untuk mengukur tingkat efisiensi suatu Puskesmas di kota Lhokseumawe?
2. Bagaimana membangun aplikasi untuk mengetahui efisiensi suatu Puskesmas di kota Lhokseumawe?

C. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Agar penelitian ini dapat difokuskan pada permasalahan yang ingin diselesaikan, maka penelitian ini membatasi ruang lingkup dan batasan masalah:

1. Pada batasan masalah, metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode DEA.
2. Model metode DEA yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah model CCR.
3. Dalam pengambilan data kuesioner untuk nilai kepuasan akan dilakukan pada 50 responden disetiap puskesmas yang akan diteliti.
4. Dalam pencarian bobot setiap variabel , dibantu menggunakan aplikasi *LINDO 6.1*
5. Puskesmas yang akan diteliti terdapat 6 puskesmas yaitu Puskesmas Banda Sakti, Puskesmas Mongeudong, Puskesmas Muara Dua, Puskesmas Muara Satu, Puskesmas Blang Mangat, dan Puskesmas Blang Cut.
6. Daerah puskesmas yang akan diteliti ada 4 kecamatan yaitu Kecamatan Banda Sakti, Kecamatan Muara Dua, Kecamatan Muara Satu, dan Kecamatan Blang Mangat.
7. Ruang lingkup penelitian yaitu Puskesmas,
8. Pengelompokan input yaitu; Jumlah tenaga medis, Jumlah posyandu aktif, Jumlah stok obat, dan Jumlah perawat.
9. Pengelompokan output yaitu; Jumlah pasien rawat jalan, Jumlah imunisasi dasar lengkap dan Nilai kepuasan.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa efisien puskesmas yang ada di kota Lhokseumawe dengan menggunakan metode DEA. Dengan dibuatnya penelitian ini maka puskesmas akan diketahui efisien atau tidak efisiennya puskesmas tersebut. Sehingga akan dirancang aplikasi untuk memudahkan masyarakat untuk mengetahui puskesmas Lhokseumawe yang efisien. Dengan ini

masyarakat akan mendapatkan pelayanan kesehatan yang baik dan efektif.

E. Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya tujuan penelitian di atas, maka diharapkan akan bermanfaat bagi semua pihak, yaitu:

1. Bagi Penulis

Sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama menempuh studi, khususnya di dalam perancangan dan pembuatan aplikasi berbasis *web*.

2. Bagi pengguna

Manfaat penelitian ini bagi pengguna aplikasi-aplikasi pengukur efisiensi Puskesmas menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* berbasis *web* ini adalah untuk meningkatkan efisiensi suatu perusahaan agar memperoleh keuntungan yang lebih baik.

3. Bagi Pembaca

Adapun manfaat penelitian ini bagi pembaca adalah sebagai sarana informasi dan acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya dan sebagai bahan referensi serta dapat memberikan informasi dan ilmu pengetahuan mengenai bagaimana cara mengetahui proses pembuatan aplikasi pengukuran efisiensi produksi ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Efisiensi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, efisiensi adalah ketepatan cara (usaha, kerja) dalam menjalankan sesuatu (dengan tidak membuang waktu, tenaga, biaya); kedayagunaan; ketepatangunaan; kesangkulan dan juga kemampuan menjalankan tugas dengan baik dan tepat (dengan tidak membuang waktu, tenaga, biaya).

Efisiensi merupakan salah satu parameter kinerja yang secara teoritis mendasari seluruh kinerja sebuah organisasi. Pengukuran parameter kinerja diharapkan dapat menghasilkan output yang maksimal dengan input yang ada. Pada saat pengukuran efisiensi dilakukan, Puskesmas dihadapkan pada kondisi bagaimana mendapatkan tingkat output yang optimal dengan tingkat input yang ada, atau menemukan tingkat input yang minimum dengan capaian tingkat output tertentu. Dengan diidentifikasinya alokasi input dan output, dapat dianalisis lebih jauh untuk melihat penyebab ketidakefisienan.

Ukuran dasar efisiensi yang digunakan dalam DEA adalah rasio total output total input.

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

Symbol dalam formulainya digunakan x dan y untuk mewakili *input* dan *output*, i dan j untuk mewakili input dan output tertentu. Sehingga x_i merupakan input ke- i dan y_j merupakan output ke- j pada unit pengambilan keputusan /DMU. Jumlah dari input diwakili I dan jumlah dari output diwakili J , dimana $I, J > 0$. Secara matematis dapat digambarkan sebagai berikut (Ramanathan, 2003):

$$Virtual\ input = \sum_{i=1}^I u_i x_i \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan u_i adalah bobot dari input x_i selama proses akumulasi. Untuk output dapat digambarkan sebagai berikut:

$$\text{Virtual Output} = \sum_{j=1}^J v_j y_j \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan v_j adalah bobot dari input y_j selama proses akumulasi. Dari model virtual input dan output diatas, maka efisiensi dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{virtual output}}{\text{virtual input}} = \frac{\sum_{j=1}^J v_j y_j}{\sum_{i=1}^I u_i x_i} \dots\dots\dots (2.4)$$

B. Pengertian Puskesmas

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2014 dalam ketentuan umum, Pusat Kesehatan Masyarakat yang selanjutnya disebut Puskesmas adalah fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat dan upaya kesehatan perseorangan tingkat pertama, dengan lebih mengutamakan upaya *promotive* dan *preventif*, untuk mencapai derajat kesehatan masyarakat yang setinggi-tingginya di wilayah kerjanya.

C. Tujuan dan Fungsi Puskesmas

Adapun tujuan dan fungsi puskesmas adalah sebagai berikut;

1. Tujuan

Tujuan pembangunan kesehatan yang diselenggarakan oleh puskesmas adalah mendukung tercapainya tujuan pembangunan kesehatan nasional yakni meningkatkan kesadaran, kemauan dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang yang bertempat tinggal di wilayah kerja puskesmas agar terwujud derajat kesehatan yang setinggi-tingginya.

2. Fungsi

Sebagai pusat pelayanan kesehatan puskesmas berfungsi sebagai:

- a. Pusat penggerak pembangunan berwawasan kesehatan.

- b. Pusat pemberdayaan masyarakat.
- c. Pusat pelayanan kesehatan strata pertama.

D. Jenis Tenaga Kerja Kesehatan

Jenis Tenaga Kesehatan dimaksud pada Pasal 16 Ayat (2) paling sedikit terdiri atas;

- a. Dokter atau dokter layanan primer.
- b. Dokter gigi.
- c. Perawat.
- d. Bidan.
- e. Tenaga kesehatan masyarakat.
- f. Tenaga kesehatan lingkungan.
- g. Ahli teknologi laboratorium medik.
- h. Tenaga gizi.
- i. Tenaga kefarmasian.

Berdasarkan karakteristik wilayah kerja Puskesmas Pada Pasal 20, Puskesmas dikategorikan menjadi;

- a. Puskesmas Kawasan Perkotaan.
- b. Puskesmas Kawasan Pedesaan.
- c. Puskesmas Kawasan terpencil dan sangat terpencil.

Berdasarkan kemampuan penyelenggaraan Puskesmas pada Pasal 25, Puskesmas dikategorikan menjadi;

- a. Puskesmas non rawat inap
- b. Puskesmas rawat inap

Di mana Puskesmas non rawat inap merupakan Puskesmas yang tidak menyelenggarakan pelayanan rawat inap, kecuali pertolongan persalinan normal. Sedangkan Puskesmas rawat inap merupakan Puskesmas yang diberi tambahan sumberdaya untuk menyelenggarakan pelayanan rawat inap, sesuai perimbangan kebutuhan pelayanan kesehatan.

E. Data Envelopment Analysis (DEA)

Menurut Ramanathan (2003), DEA adalah teknik berbasis program linier untuk mengukur efisiensi unit organisasi yang dinamakan DMU. Menurut Cooper, Seiford, dan Tone (2002), DEA menggunakan teknis program matematis yang dapat menangani variabel dan batasan yang banyak, dan tidak membatasi input dan output yang akan dipilih karena teknis yang dipakai dapat mengatasinya.

DEA ditemukan pertama kali oleh Farrel pada tahun 1957 dan dikembangkan oleh Charnes, Cooper, dan Rhodes tahun 1978 yang dikenal dengan model CCR. Dalam model ini, suatu tingkat efisiensi dihitung melalui rasio output terhadap input dengan pembobotannya masing-masing. Untuk menentukan bobot tersebut dilakukan dengan program linier.

Program linier merupakan sebuah model matematis yang mempunyai 2 komponen tujuan dan kendala. Fungsi tujuan (*objective function*) terdiri dari variabel-variabel keputusan. *Decision Making Unit* (DMU) adalah organisasi-organisasi atau entitas-entitas yang akan diukur efisiensinya secara relatif terhadap sekelompok entitas lainnya yang homogen. Homogen berarti input dan output dari DMU yang dievaluasi harus sama/sejenis. DMU dapat berupa entitas komersial maupun publik, seperti bank komersial atau pemerintah, sekolah swasta atau negeri, rumah sakit, dan sebagainya.

Cara kerja DEA adalah dengan membandingkan data input dan data output dari suatu organisasi (atau dalam terminology DEA), Unit Pengambilan Keputusan, DMU), ke data *input* dan *output* lain dari DMU yang sama. Istilah DMU dapat digunakan untuk berbagai unit, seperti bank, rumah sakit, toko ritel, dan unit apa pun yang memiliki kesamaan dengan karakteristik operasional. Perbandingan antara input dan output akan menghasilkan satu nilai efisiensi.

Menurut metode DEA, efisiensi merupakan nilai relatif, bukan nilai absolut yang dicapai oleh suatu unit. DMU dengan kinerja terbaik akan mencapai efisiensi 100%. Namun, DMU lain di bawah nilai ini akan memiliki efisiensi yang bervariasi yaitu 0-100% (Retno, 2013). Langkah pengukuran nilai efisiensi pada metode DEA adalah;

1. Melakukan DMU penentuan dan mengidentifikasi DMU yang akan dievaluasi.
2. Memutuskan input dan output DMU.
3. Melakukan analisis untuk mendapatkan nilai efisiensi relatif.

Model DEA yang digunakan adalah model CCR (Charnes, Cooper, dan Rhodes, 1978) dalam Talluri (2000) model ini adalah model utama yang dipakai untuk menghitung nilai efisiensi relative tiap unit DMU dimana DMU yang efisien (=1) dan tidak efisien (<1). Jika diansumsikan ada n DMU yang terdiri dari m *input* dan s *output*. Nilai efisiensi relatif dari DMU yang dicari didapatkan dari mode persamaan yang dibuat oleh Charnes dkk (1978) sebagai berikut:

$$\max \frac{\sum_{k=1}^s v_k y_{kp}}{\sum_{j=1}^m u_j x_{jp}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{subject to } \frac{\sum_{k=1}^s v_k y_{ki}}{\sum_{j=1}^m u_j x_{ji}} = 1 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$v_k u_j \geq 0 \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

- x_{ji} = Nilai *input* ke- j yang digunakan DMU ke-*i*
- y_{ki} = Nilai *Output* ke -*k* yang digunakan DMU ke-*i*
- u_j = bobot untuk *input* j
- v_k = bobot untuk *output* k

Persamaan (2.5), (2.6), dan (2.7) merupakan persamaan non linier atau persamaan linier fraksional, yang kemudian di

transformasikan ke dalam bentuk linier sehingga dapat diaplikasikan dalam persamaan linier (Talluri, 2000) sebagai berikut:

$$\max \sum_{k=1}^s v_k y_{kp} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^m v_j x_{jp} = 1 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\sum_{k=1}^s v_k y_{ki} - \sum_{j=1}^m u_j x_{ji} \leq 0 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$v_k, u_j \geq 0 \dots\dots\dots (2.11)$$

Perhitungan efisiensi dengan menggunakan model DEA CCR yang akan dilakukan akan diketahui DMU-DMU yang dianggap efisien maupun kurang efisien dengan mengacu pada hasil perhitungan nilai efisien model matematis DEA CCR dimana penentuannya berdasarkan ketentuan sebagai berikut :
 Jika efisiensi relatif = 1 maka DMU dinyatakan efisien, sedangkan jika efisiensi relative < 1 maka DMU tersebut dinyatakan tidak efisien.

F. Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP atau Personal Home Page merupakan salah satu sumber bahasa pemrograman di server yang digunakan untuk mengatasi masalah dan pengembangan suatu web dan bisa digunakan bersamaan dengan HTML (Hyper Text Markup Language).

PHP singkatan dari PHP yaitu Hypertext Preprocessor. PHP ini merupakan suatu bahasa pemrograman server-side yang dirancang untuk pengembangan web. PHP dikatakan server-side lantaran program yang diberikan kan dijalankan atau diproses pada komputer yang bertindak sebagai server. Contohnya saat pengguna mengakses suatu situs maka web browser akan melakukan request ke server.

Pengertian PHP (Hypertext Preprocessor) menurut para ahli:

1. Arief

PHP ialah suatu bahasa server-side-scripting yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman web yang dinamis. Karena PHP merupakan server-side-scripting maka sintaks dan perintah-perintah PHP akan dieksekusi diserver kemudian hasilnya akan dikirimkan ke browser dengan format HTML.

2. Nugroho

PHP atau singkatan dari Personal Home Page merupakan bahasa skrip yang tertanam dalam HTML untuk dieksekusi bersifat server side.

3. Betha Sidik

PHP merupakan secara umum dikenal dengan sebagai bahasa pemrograman script-script yang membuat dokumen HTML secara on the fly yang dieksekusi di server web, dokumen HTML yang dihasilkan dari suatu aplikasi bukan dokumen HTML yang dibuat dengan menggunakan editor teks atau editor HTML, dikenal juga sebagai bahasa pemrograman server side.

4. Sibero

PHP yaitu pemrograman interpreter yaitu proses penerjemahan baris kode sumber menjadi kode mesin yang dimengerti komputer secara langsung pada saat baris kode dijalankan.

a. Sejarah PHP (Hypertext Preprocessor)

Pada awalnya PHP muncul pada tahun 1995, PHP tersebut dibuat oleh Rasmus Lerdor. Saat itu, PHP masih bernama Form Interpreted (FI) yang berwujud dalam bentuk sekumpulan skrip yang digunakan untuk pengolahan data formulir dari web.

Kemudian Rasmus merilis kode sumber tersebut untuk umum dan menamakannya PHP/FI. Dengan rilis kode sumber tersebut menjadi sumber terbuka (open source), maka banyak pemrograman yang tertarik untuk mengikuti perkembangan PHP.

Pada November 1997, dikeluarkan PHP/FI 2.0. Saat rilis, interpreter PHP telah diimplementasikan dalam program C. Pada rilis ini dilampirkan juga modul-modul ekstensi yang meningkatkan kemampuan PHP/FI secara signifikan.

Pada tahun 1997, perusahaan bernama Zend melakukan perilisan ulang interpreter PHP menjadi lebih bersih, lebih baik, dan lebih cepat.

Selanjutnya, pada Juni 1998, perusahaan Zend tadi merilis interpreter baru untuk PHP dan meresmikan rilis tersebut menjadi PHP 4.0. PHP 4.0 merupakan versi PHP yang penggunaannya paling banyak di awal abad ke-21.

Versi ini sering digunakan karena kemampuannya untuk membangun aplikasi web kompleks namun tetap mempunyai kecepatan dan stabilitas tinggi.

Pada Juni 2014, Zend merilis PHP 5.0. Pada versi ini, inti dari interpreter PHP mengalami perubahan besar. Versi ini juga menyertakan model pemrograman dengan orientasi objek ke dalam PHP untuk menjawab perkembangan bahasa pemrograman pada orientasi objek.

Server objek bawaan ditambahkan pada versi 5.4 untuk memudahkan pengembang dalam menjalankan kode PHP tanpa melakukan instalasi software server. Versi terbaru dan stabil dari PHP sekarang ini yaitu versi 7.0.16 dan 7.1.2 yang sudah resmi dirilis pada 17 Februari 2017.

b. Fungsi PHP (Hypertext Preprocessor)

1. Mempersingkat tatanan HTML dan CSS

Untuk membuat suatu halaman web yang dinamis, PHP bisa dipakai untuk mempersingkat penggunaan tatanan HTML dan CSS. Contohnya dalam suatu sistem karyawan mempunyai jumlah baris 100. Bila memakai HTML dan CSS tentu barisan tersebut akan menjadi sangat panjang. Sedangkan bila ditambah dengan memakai PHP, maka pemrogram bisa mengatur beberapa baris yang diperlukan atau ditampilkan.

2. Input data

Dengan memakai bahasa pemrograman PHP, pemrogram dapat memasukkan data dan menyimpannya dalam sistem data base seperti My SQL.

3. Manajemen cookie dan session

Dalam PHP, Cookie dan Session dipakai untuk menyimpan informasi pengguna. Fungsi `session_start()` dipakai untuk memulai session dan cookie dengan fungsi `setcookie()`. Contohnya proses cookie, menyimpan username dan password pengguna di browser sehingga tidak harus mengisinya kembali saat membuka situs yang sama. Session contohnya menyimpan informasi login yang hanya berlaku dalam satu sesi saja.

4. Compress teks

Dalam PHP pemrogram bisa mengompres teks panjang sehingga menjadi lebih pendek dengan fungsi `gzcompress()`. Sedangkan untuk mengembalikannya memakai fungsi `gzuncompress()`.

c. Jenis Data PHP (Hypertext Preprocessor)

1. Integer merupakan tipe data PHP berupa bilangan bulat, tipe data ini sering sekali digunakan pada

pemerograman PHP khususnya yang berkaitannya dengan bilangan bulat.

2. Float dapat dikatakan juga bilangan berkoma (,) tapi dalam pemerograman tidak menggunakan koma melainkan titik (.).
 3. String merupakan tipe data berupa karakter, di dalamnya bisa berupa teks atau kata.
 4. Boolean merupakan tipe data yang bisa bernilai, True atau False, tipe data boolean biasanya digunakan untuk logika, seperti pada kondisi if atau looping “pengulangan”.
 5. Array merupakan kumpulan dari tipe data, didalamnya memiliki banyak nilai, jadi dapat dikatakan array merupakan tipe data yang terdiri dari kumpulan tipe data.
 6. Objek tipe daya objek dapat berupa bilangan, fungsi, maupun variable. Tipe data ini digunakan supaya programer terbiasa dengan Objek Oriented Programing “OOP”, sehingga data yang dimasukkan pada script program dapat diringkas.
- d. Kelebihan dan kekurangan PHP (Hypertext Preprocessor)
1. Kelebihan PHP (Hypertext Preprocessor)
 - a. Banyaknya web server yang mendukung bahasa pemerograman PHP sehingga konfigurasinya semakin mudah.
 - b. Beberapa web server misalnya Apache, IIS, Xitami, Nginx, dan lain-lain
 - c. Pengembangan bahasa pemerograman PHP tergolong lebih mudah, karena banyak developer yang membantu mengembangkannya maupun menggunakannya.

- d. Relatif mudah untuk dipahami, karena sekarang ini banyak sekali tersebar materi-materi/referensi untuk mempelajari PHP.
- e. Bahasa pemrograman PHP juga dapat di sisipkan kedalam HTML.
- f. Cocok digunakan untuk pemrograman web dinamis, walau bisa juga untuk membuat program komputer lainnya.
- g. PHP merupakan bahasa pemrograman bersifat Open Source, sehingga dapat di gunakan di banyak sistem operasi komputer dan tentunya gratis.

2. Kekurangan PHP (Hypertext Preprocessor)

- a. Keamanan yang kurang baik, jika programmer tidak memperhatikan keamanan dari program yang dibuatnya.
- b. Saat ini untuk encoding kode PHP tergolong sangat mahal, karena membutuhkan tool tertentu.
- c. Kurang cocok untuk pengembangan program komputer bersekala besar.

G. MySQL

MySQL adalah salah satu jenis *database server* yang sangat terkenal. kepopulerannya disebabkan *MySQL* menggunakan *SQL* sebagai bahasa dasar untuk mengakses *databasenya*. *MySQL* bersifat *free* dengan lisensi GNU *General Public License* (GPL). Dengan adanya keadaan ini maka anda dapat menggunakan *software* ini dengan bebas tanpa perlu harus takut dengan lisensi yang ada. *MySQL* termasuk jenis RDBMS (*Relational Database Management System*). Itulah sebabnya istilah tabel, baris, kolom digunakan pada *MySQL*. Pada *MySQL* sebuah *database* mengandung satu atau sejumlah tabel.

H. XAMPP

XAMPP yang merupakan singkatan dari Apache, MySQL, PHP dan Perl sedangkan huruf "X" dimaksudkan sebagai suatu software yang dapat dijalankan di empat OS utama seperti Windows, Mac OS, Linux dan Solaris. Istilah ini seringkali disebut dengan cross platform (software multi OS).

Sesuai dengan namanya software yang satu ini merupakan gabungan dari beberapa software dengan fungsi yang sama yakni menunjang para pembuat web yang menginginkan adanya web server sendiri di PC atau laptopnya. Software ini juga berlisensi GNU dan dapat didownload secara gratis di internet mengingat peran vital yang dimilikinya terutama bagi pembuat web pemula.

Software XAMPP didirikan oleh suatu perusahaan bernama Apache Friends. Dengan adanya beberapa tools pemrograman seperti MySQL, PHP dan Perl yang dimilikinya tentu mengindikasikan jika anda menekuni salah satu atau semuanya berarti harus memiliki software yang bernama XAMPP ini. Maksud dari Apache yakni selain mengindikasikan nama pengembangnya juga merupakan suatu software yang menghadirkan web server pada komputer anda layaknya web server sesungguhnya.

1. Fungsi Xampp

Apache adalah suatu software yang juga dikembangkan Apache Friends dengan tujuan untuk membuat web server pribadi sehingga anda dapat membuat tampilan web yang dinamis. Istilah ini biasa disebut Localhost. Banyak developer web yang terlebih dahulu mencoba menjalankan webnya di Localhost sebelum akhirnya diposting di web server yang sesungguhnya.

Selain sebagai web server, XAMPP juga menunjang beberapa Bahasa pemrograman khusus dalam website yakni PHP, MySQL dan Perl. PHP merupakan suatu Bahasa yang sering digunakan oleh programmer khusus Back End

karena memang lebih mengutamakan logika dibanding tampilan, beda halnya dengan HTML atau CSS. Oleh karena itu script PHP tidak akan terlihat dalam tampilan website anda.

Selain sebagai web server, XAMPP juga menunjang beberapa Bahasa pemrograman khusus dalam website yakni PHP, MySQL dan Perl. PHP merupakan suatu Bahasa yang sering digunakan oleh programmer khusus Back End karena memang lebih mengutamakan logika dibanding tampilan, beda halnya dengan HTML atau CSS. Oleh karena itu script PHP tidak akan terlihat dalam tampilan website anda. Sampai saat ini sudah terdapat PHP versi 5.5.0.

MySQL merupakan suatu software yang digunakan untuk mengelola SQL (Structured Query Language). Bahasa ini biasa digunakan untuk keperluan database khusus pada website. Pengelolaan database yang dimaksudkan adalah untuk menambah data, mengubah, menghapus dan lain – lain. Keberadaan MySQL juga biasanya identic dengan Bahasa PHP.

Selanjutnya adalah tools bernama Perl. Bahasa pemrograman yang satu ini tidak hanya digunakan untuk pengelolaan website saja namun juga dalam berbagai hal, juga merupakan salah satu Bahasa pemrograman versi jadul namun tetap bisa eksis sampai sekarang. Perl pertama kali dikenalkan pada tahun 1987 dimana saat itu masih menggunakan Unix.

2. Bagian-bagian penting xampp



Gambar 2.1 Bagian Xampp

a. Htdocs

Htdocs merupakan sebuah folder penyimpanan web server untuk halaman-halaman web yang sudah dibuat dan nantinya akan ditampilkan. Baik pada web server yang asli maupun XAMPP bentuk Htdocs-nya sama namun yang berbeda adalah di kapasitasnya. Karena XAMPP menggunakan penyimpanan internal komputer maka kapasitasnya menyesuaikan komputer anda. Sedangkan pada hosting berbayar kapasitas yang disediakan mengikuti ketentuan yang dibuat.

b. PhpMyAdmin

phpMyAdmin merupakan suatu software khusus untuk mengelola administrasi MySQL. Jika pada Htdocs menyimpan file-file tampilan web anda maka di phpMy Admin ini terdapat semua database yang anda gunakan untuk keperluan website.

c. Control panel

Sesuai dengan namanya, di Control Panel ini anda dapat mengontrol atau mengendalikan XAMPP dengan lebih efektif, mulai dari mengatur setting website, database, dan masih banyak lagi. Dalam dunia hosting lebih dikenal istilah CPanel.

I. Database

Database atau basis data adalah kumpulan berbagai data dan informasi yang tersimpan dan tersusun di dalam komputer secara sistematis yang dapat diperiksa, diolah atau dimanipulasi dengan menggunakan program komputer untuk mendapatkan informasi dari basis data tersebut. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengelolan dan memanggil database disebut dengan sistem *database management system*. Istilah database sendiri mengacu pada koleksi data-data yang saling terkait satu sama lain dimana tujuan database adalah dapat digunakan untuk mengelola data dengan lebih efektif dan efisien.

1. Pengertian Database Menurut Para Ahli

Beberapa ahli di bidang teknologi informasi pernah menjelaskan tentang definisi database, di antaranya adalah:

a. Jogiyanto

Menurut Jogiyanto pengertian database adalah kumpulan informasi dan data yang saling berhubungan satu sama lain, dimana data tersebut tersimpan di simpanan luar komputer dan diperlukan software tertentu untuk memanipulasinya.

b. Abdul Kadir

Menurut Abdul Kadir pengertian database atau basis data adalah suatu pengorganisasian sekumpulan data yang saling terhubung sehingga memudahkan aktivitas untuk memperoleh informasi.

c. S. Atte

Menurut S. Atte pengertian database atau basis data adalah sebuah koleksi data-data yang saling berhubungan yang ada dalam suatu organisasi atau enetrprise dengan berbagai penggunaan.

d. Fabbri dan Schwab

Menurut Fabbri dan Schwab definisi database atau basis adalah suatu sistem berkas terpadu yang dirancang khusus untuk dapat meminimalkan pengulangan atau redundancy data.

e. Toni Fabbri

Menurut Toni Fabbri pengertian database atau basis data adalah suatu sistem file-file dan data yang terintegrasi dimana file dan data tersebut yang mempunyai sebuah primary key untuk melakukan pengulangan data.

f. Gordon C. Everest

Menurut Gordon C. Everest, definisi database adalah suatu kumpulan data yang bersifat mekanis, terbagi, terdefinisi secara formal, dan terkontrol. Pengontrolan tersebut terpusat pada suatu organisasi.

g. C.J. Date

Menurut C.J. Date pengertian basis data adalah koleksi data/informasi operasional yang sengaja disimpan dan juga digunakan oleh sistem aplikasi sebuah organisasi.

2. Fungsi Database

Setelah memahami pengertian database, tentunya kita juga harus mengetahui apa fungsi dari database. Berikut ini adalah beberapa fungsi database:

- a. Mengelompokkan data dan informasi sehingga lebih mudah dimengerti
- b. Mencegah terjadinya duplikat data maupun inkonsistensi data
- c. Mempermudah proses penyimpanan, akses, pembaharuan, dan menghapus data.
- d. Menjaga kualitas data dan informasi yang diakses sesuai dengan yang di-input.
- e. Membantu proses penyimpanan data yang besar

- f. Membantu meningkatkan kinerja aplikasi yang membutuhkan penyimpanan data.

3. Manfaat Database

Sebelum mengetahui apa saja jenis perangkat lunak yang bisa digunakan untuk menyusun database, berikut ini beberapa manfaat yang bisa didapatkan jika bekerja dengan sistem database:

- a. Tidak terjadi redudansi basis data

Seperti yang sudah disinggung pada pengertian database sebelumnya, database bisa membantu meminimalkan redudansi data. Redudansi sendiri merupakan terjadinya data-data ganda dalam berkas-berkas yang berbeda.

- b. Integritas data terjaga

Database memastikan integritas data yang tinggi dimana database akan memastikan keakuratan, aksesibilitas, konsistensi dan juga kualitas tinggi pada suatu data.

- c. Independensi data terjaga

Database menjaga independensi data dimana orang lain tidak dapat merubah data meskipun data bisa diakses.

- d. Kemudahan berbagi data

Menggunakan perangkat lunak database bisa digunakan untuk berbagi data atau informasi dengan sesama pengguna lainnya.

- e. Menjaga keamanan data

Database menjamin keamanan suatu informasi dan data, dimana Anda bisa menyisipkan kode akses untuk data-data tertentu yang tidak bisa diakses bersama.

f. Kemudahan akses data

Dengan database bisa memudahkan untuk mengakses dan mendapatkan data karena semua data terorganisir dengan baik.

4. Tipe-tipe database

Dibutuhkan software khusus untuk menyimpan dan mengambil data dan informasi dari database. Software ini sering disebut dengan System Managemen Basis Data (DBMS). Berikut ini adalah tipe database:

- a. Analytical database; yaitu database untuk menyimpan informasi dan data yang diambil dari operasional dan eksternal database.
- b. Operational database; yaitu database yang menyimpan data mendetail yang dibutuhkan untuk mendukung operasi suatu organisasi secara keseluruhan
- c. Distributed database; yaitu kelompok kerja lokal database dan departemen di berbagai kantor dan lokasi kerja yang lainnya
- d. Data warehouse; yaitu sebuah gudang data yang menyimpan berbagai data dari tahun-tahun sebelumnya hingga saat ini.
- e. End-user database; yaitu basis data pengguna akhir yang terdiri dari berbagai file data yang dikembangkan dari end-user dalam workstation mereka.
- f. Real time database; yaitu sistem pengolahan yang dirancang dalam menangani beban kerja suatu negara yang bisa berubah-ubah, mengandung data terus menerus dan sebagian tidak berpengaruh terhadap waktu.
- g. Document oriented database; yaitu salah satu perangkat lunak komputer yang dibuat untuk sebuah aplikasi dan berorientasi pada dokumen.

- h. In memory database; yaitu database yang tergantung pada memori untuk menyimpan informasi/ data pada komputer
- i. Navigational database; pada navigasi database, queries menemukan benda bagi yang mengikuti referensi dari objek tertentu
- j. Hypermedia database on the web; sekumpulan halaman multimedia yang saling berhubungan dalam sebuah website, yang terdiri dari homepage dan hyperlink dari multimedia (gambar, teks, grafik audio, dan lain-lain)
- k. External database; database yang menyediakan akses ke luar, dan data pribadi online
- l. Relational database; merupakan standar komputasi bisnis, dan basis data yang paling umum dipakai saat ini.

5. Jenis-jenis software database

Setelah memahami pengertian database dan keuntungan yang bisa didapatkan jika menggunakan perangkat lunak database, maka berikut ini jenis-jenis software database terbaik yang bisa Anda gunakan:

a. Microsoft access

Salah satu software database ini adalah yang paling sering digunakan. Microsoft access sangat cocok digunakan untuk sebagian besar komputer yang relasional. Selain itu, jika Anda berbisnis dalam skala rumahan, bisa memilih sistem database ini karena sangat ringan digunakan dan format datanya sangat umum sehingga memudahkan pembacaan.

b. Oracle

Salah satu software database ini sangat mampu untuk menyimpan data dengan ukuran yang maksimum hingga tera byte. Oracle paling banyak digunakan pada

perusahaan-perusahaan terutama yang sedang berkembang karena memang untuk mengaksesnya tersedia secara gratis.

c. Ms SQL Server

Software database ini merupakan manajemen basis data yang umum digunakan pada Microsoft dengan bahasa pemrograman yang digunakan adalah Transact-SQL. Tipe data yang digunakan cukup banyak sehingga sangat efektif untuk mendukung kinerja Anda.

d. MySQL

Salah satu software database yang open access untuk umum dan kompatibel pada sistem operasi Windows maupun Linux. Keunggulan yang bisa Anda gunakan dengan menggunakan program MySQL adalah bisa digunakan untuk multi user. Kelebihan lainnya dari MySQL yaitu tersedia gratis, query data yang cepat dan berlisensi resmi.

e. Firebird

Bisa dibayangkan software database ini memiliki fitur sistem yang standar dan ringan yaitu fitur ANSI SQL-99 dan SQL - 2003. Kompatibel untuk digunakan pada sistem operasi Windows, Linux maupun Unix.

f. PostgreSQL

Menawarkan sistem database opensource dengan lisensi GPL/ General Public License. Software ini menggunakan bahasa pemrograman C++, C, SQL, PHP dan lainnya. Jika digunakan untuk pekerjaan pribadi, maka software ini sangat recommended digunakan.

J. CSS

CSS pertama kali dikembangkan pada tahun 1997, sebagai suatu cara untuk pengembang *Web* untuk menentukan tampilan dan nuansa halaman *Web* mereka. Hal itu dimaksudkan untuk memungkinkan pengembang untuk

memisahkan konten dari desain sehingga HTML bisa melakukan lebih dari fungsi yang awalnya berdasarkan markup dari isi, tanpa rasa khawatir tentang desain dan tata letak (Kyrnin, What is CSS?, 2012). CSS tidak mendapatkan popularitas sampai sekitar tahun 2000, ketika *browser Web* mulai menggunakan lebih dari font dasar dan aspek warna CSS.

Dan sekarang, semua *browser* modern mendukung semua CSS Level 1, CSS 2 dan beberapa aspek Tingkat CSS 3 (Kyrnin, What is CSS?, 2012). CSS adalah singkatan dari *Cascading Style Sheet*. Style sheet mengacu pada dokumen itu sendiri. Style sheet telah digunakan untuk mendesain dokumen selama bertahun-tahun. Mereka adalah spesifikasi teknis untuk layout, apakah cetak atau online.

Desainer cetak menggunakan style sheet untuk memastikan bahwa desain mereka dicetak persis dengan spesifikasi yang telah mereka buat. Sebuah style sheet untuk halaman *Web* melayani tujuan yang sama, tetapi dengan fungsionalitas tambahan juga mengatakan bahwa Engine Viewing (*Web browser*) bagaimana untuk membuat dokumen yang dilihat (Kyrnin, What is CSS?, 2012).

Sedangkan *Cascade* adalah bagian yang bersifat khusus. Sebuah style sheet *Web* dimaksudkan untuk *Cascade* melalui serangkaian style sheet, seperti sungai atas air terjun. Air di sungai menghantam semua bebatuan di air terjun, tapi hanya yang di bagian bawah mempengaruhi persis di mana air akan mengalir. Hal yang sama berlaku dari *cascade* dalam *style sheet Web* (Kyrnin, What is CSS?, 2012). Setiap halaman *Web* dipengaruhi oleh setidaknya satu style sheet, bahkan jika desainer *Web* tidak menerapkan Style. Style sheet ini adalah agen pengguna *style sheet* gaya default yang digunakan *browser Web* akan digunakan untuk menampilkan halaman jika tidak ada instruksi lain disediakan. Tetapi jika desainer menyediakan instruksi lain, *browser* harus tahu mana instruksi harus diutamakan (Kyrnin, What is CSS?, 2012).

Tujuan dari menggunakan teknologi ini adalah sebagai komplemen pada html5 yang memiliki batasan pada pembuatan tampilan yang menarik, dan lebih mudah untuk melakukan pengendalian tampilan pada semua file tampilan.

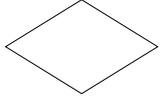
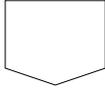
K. Flowchart

Flowchart adalah penyajian yang sistematis tentang proses dan logika dari kegiatan penanganan informasi atau penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong analis dan programmer untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian.

Sistem *flowchart* adalah urutan proses dalam sistem dengan menunjukkan alat media *input*, *output* serta jenis media penyimpanan dalam proses pengolahan data. Sedangkan program *flowchart* adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program.

Tabel 2.1 Simbol-Simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	Terminator	Permulaan/akhir program
	Garis Alir (<i>Flow Line</i>)	Arah aliran program
	Preparation	Proses inisialisasi/pemberian harga awal
	Proses	Proses perhitungan/proses pengolahan data
	Input/Output Data	Proses input/output data, parameter, informasi

	Predefined Process (<i>Sub Program</i>)	Permulaan <i>sub program</i> /proses menjalankan <i>sub program</i>
	Decision	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	On Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman.
	Off Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda.

L. Unified Modeling Language (UML)

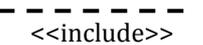
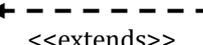
Menurut Windu Gata, Grace (2013:4) dalam jurnal Ade Hendini, *Unified Modeling Language (UML)* adalah bahasa spesifikasi standar yang dipergunakan untuk mendokumentasikan, menspesifikasikan dan membangun perangkat lunak. UML merupakan metodologi dalam mengembangkan sistem berorientasi objek dan juga merupakan alat untuk mendukung pengembangan sistem.

Alat bantu yang digunakan dalam perancangan UML adalah sebagai berikut;

1. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut. Simbol yang digunakan dalam *Use Case Diagram* yaitu:

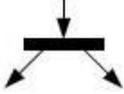
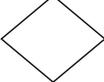
Tabel 2. 2 Use Case Diagram

Gambar	Keterangan
	<p><i>Use Case</i> menggambarkan fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang bertukar pesan antar unit dengan aktor, yang dinyatakan dengan menggunakan kata kerja</p>
	<p><i>Actor</i> atau Aktor adalah <i>Abstraction</i> dari orang atau Sistem yang lain yang mengaktifkan fungsi dari target sistem. Untuk mengidentifikasi aktor, harus ditentukan pembagian tenaga kerja dan tugas-tugas yang berkaitan dengan peran pada konteks target sistem. Orang atau sistem bisa muncul dalam beberapa peran. Perlu dicatat bahwa aktor berinteraksi dengan <i>Use Case</i>, tetapi tidak memiliki kontrol terhadap <i>use case</i>.</p>
	<p>Asosiasi antara aktor dan <i>use case</i>, digambarkan dengan garis Tanpa anah yang mengindikasikan siapa atau apa yang meminta interaksi secara langsung dan bukannya mengindikasikan data.</p>
	<p>Asosiasi antara aktor dan <i>use case</i> yang menggunakan panah terbuka untuk mengindikasikan bila actor berinteraksi secara pasif dengan system</p>
	<p><i>Include</i>, merupakan di dalam <i>use case</i> lain (<i>required</i>) atau pemanggilan <i>use case</i> oleh <i>use case</i> lain, contohnya adalah pemanggilan sebuah fungsi program.</p>
	<p><i>Extend</i>, merupakan perluasan dari <i>use case</i> lain jika kondisi atau syarat terpenuhi.</p>

2. Diagram Aktivitas (*Activity Diagram*)

Activity Diagram menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. Simbol-simbol yang digunakan dalam *activity diagram* yaitu:

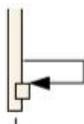
Tabel 2. 3 *Activity Diagram*

Gambar	Keterangan
	<i>Start Point</i> , diletakkan pada pojok kiri atas dan merupakan awal aktivitas
	<i>End Point</i> , akhir aktivitas
	<i>Activities</i> , menggambar kan suatu proses/kegiatan bisnis
	<i>Fork</i> /percabangan, digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan secara paralel atau untuk menggabungkan dua kegiatan paralel menjadi satu
	<i>Join</i> (penggabungan) atau <i>rake</i> , digunakan untuk menunjukkan adanya dekomposisi.
	<i>Decision Points</i> , menggambar kan pilihan untuk pengambilan keputusan, <i>true</i> atau <i>false</i> .
	<i>Swimlane</i> pembagian <i>activity diagram</i> untuk menunjukkan siapa melakukan apa.

3. Diagram Urutan (*Sequence Diagram*)

Sequence diagram menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendi Penelitiankan waktu hidup objek dan pesan yang dikirimkan dan diterima antar objek. Simbol-simbol yang digunakan dalam *sequence diagram* yaitu:

Tabel 2. 4 *Sequence Diagram*

Gambar	Keterangan
	<i>Entity Class</i> , merupakan bagian dari sistem yang berisi kumpulan kelas berupa entitas entitas yang membentuk gambaran awal sistem dan menjadi landasan untuk menyusun basis data.
	<i>BoundaryClass</i> , berisi kumpulan kelas yang menjadi <i>interfaces</i> atau interaksi antara satu atau lebih actor dengan sistem, seperti tampilan form entry dan form cetak
	<i>Control class</i> , suatu objek yang berisi logika aplikasi yang tidak memiliki tanggung jawab kepada entitas, contohnya adalah kalkulasi dan aturanm bisnis yang melibatkan berbagai objek
	<i>Message</i> , simbol mengirim pesan antar <i>class</i>
	<i>Recursive</i> , menggambarkan pengiriman-an pesan yang dikirim untuk dirinya sendiri.
	<i>Activation</i> , mewakili sebuah eksekusi operasi dari objek, panjang kotak ini berbanding lurus dengan durasi aktivasi sebuah operasi.
	<i>Lifeline</i> , garis titik-titik yang terhubung dengan objek, sepanjang <i>lifeline</i> terdapat <i>activation</i>

4. Diagram Kelas (Class Diagram)

Diagram Kelas merupakan hubungan antar kelas dan penjelasan detail tiap-tiap kelas di dalam model desain dari suatu sistem, juga memperlihatkan aturan-aturan dan tanggung jawab entitas yang menentukan perilaku sistem.

Diagram kelas juga menunjukkan atribut-atribut dan operasi-operasi dari sebuah kelas dan *constraint* yang berhubungan dengan objek yang dikoneksikan. Diagram kelas secara khas meliputi: Kelas (*Class*), Relasi *Assosiations*, *Generalitation* dan *Aggregation*, atribut (*Attributes*), operasi (*operation/method*) dan *visibility*, tingkat akses objek eksternal kepada suatu operasi atau attribute. Hubungan antar kelas mempunyai keterangan yang disebut dengan *Multiplicity* atau *Cardinality*.

Tabel 2. 5 *Multiplicity Class Diagram*

Multiplicity	Penjelasan
1	Satu dan hanya satu
0..*	Boleh tidak ada atau 1 atau lebih
1..*	1 atau lebih
0..1	Boleh tidak ada, maksimal 1
n..n	Batasan antara. Contoh 2..4 mempunyai arti minimal 2 maksimal 4.

M. Linear Interactive Discrete Optimizer (LINDO)

Linear Interactive Discrete Optimizer (LINDO) adalah *software* komputer yang dapat digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan program linear. *Software* ini merupakan program interaktif yang memudahkan bagi penggunaanya. Masalah program linier dengan variabel yang cukup banyak akan lebih mudah diselesaikan menggunakan LINDO. Program ini merupakan suatu paket program yang berorientasi kepada perintah-perintah dan bukanlah berorientasi pada menu program. Ini berarti bahwa pemakai tidak dituntut dalam suatu

urutan pilihan, melainkan terdapat sejumlah perintah-perintah yang harus dipilih dan dijalankan. Prinsip kerja utama LINDO adalah memasukkan data, menyelesaikan, serta menaksir kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menggunakan program LINDO adalah:

1. Pilih *Start-Program-Winston-LINDO*
2. Pada layer akan muncul untitled baru yang siap untuk digunakan. Kata pertama untuk mengawali pengetikan formula pada LINDO adalah *MAX* atau *MIN*. Persamaan yang diketikkan setelah kata *MAX* atau *MIN* disebut fungsi tujuan. Setelah itu diketikkan suatu batasan yang berupa pertidaksamaan diawali dengan mengetikkan kata *SUBJECT TO* dan di akhir batasan di ketikkan kata *END*.
3. Setelah formulasi diketikkan, maka langkah selanjutnya adalah pilih menu *solve*. *LINDO* akan mengoreksi kesalahan pada formula terlebih dahulu, kemudian apabila terjadi kesalahan pada pengetikan, maka kursor akan menunjukkan ke arah kesalahan tersebut.
4. Selanjutnya ada pertanyaan untuk menentukan tingkat kesensivitasan solusi. Apabila memilih *yes*, maka nantinya pada *output* akan diberikan keterangan tentang analisis sensitivitas dari persoalan tadi. Tetapi apabila memilih *no*, maka pada *output* tidak akan muncul keterangan tentang analisis sensitivitas.

N. Linear Programming

Linear programming adalah suatu metode perhitungan untuk perencanaan terbaik di antara kemungkinan-kemungkinan tindakan yang dapat dilakukan. *Linear programming* adalah salah satu teknik dari riset operasi untuk memecahkan persoalan optimasi (maksimisasi atau minimisasi) dengan menggunakan persamaan dan ketidaksamaan *linear* dalam rangka untuk mencari pemecahan

yang optimum dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada.

Sebutan linear dalam program linear berarti hubungan-hubungan antara faktor adalah bersifat linear atau konstan, atau fungsi-fungsi matematis yang di sajikan dalam model haruslah fungsi-fungsi linear. Hubungan-hubungan linear berarti bahwa apabila satu faktor berubah maka suatu faktor lain juga berubah dengan jumlah yang konstan secara proporsional.

Fungsi tujuan dalam program linear dimaksudkan untuk menentukan nilai optimum yaitu nilai maksimal untuk masalah keuntungan dan nilai minimum untuk masalah biaya. Fungsi pembatas atau fungsi kendala diperlukan berkenaan dengan adanya keterbatasan sumber daya yang tersedia. Kendala-kendala ini diekspresikan dalam bentuk sejumlah persamaan atau pertidaksamaan linear dalam variabel atau peubahnya. Dengan demikian, tujuan utama program linear adalah menentukan nilai optimum (maksimal/minimum) dari fungsi tujuan yang telah ditetapkan. Petunjuk untuk menyusun model matematika adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tipe dari masalah (maksimasi atau minimasi)
2. Mendefinisikan variabel keputusan. Koefisien kontribusi digunakan untuk menentukan tipe masalah dan untuk membantu mengidentifikasi variabel keputusan.
3. Merumuskan fungsi tujuan. Sesudah menentukan tipe masalah dan variabel keputusan dilanjutkan dengan mengkombinasikan informasi ke rumusan fungsi tujuan.
4. Merumuskan kendala. Dalam tahap ini ada 2 pendekatan dasar, yaitu;
 - a. Pendekatan ruas kanan merupakan besar maksimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah maksimum maupun minimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah minimum.

- b. Pendekatan ruas kiri, merupakan koefisien teknis dari daftar dalam tabel atau baris–baris. Meletakkan semua nilai sebagai koefisien teknis dan daftarnya dalam baris dan kolom.
5. Kelebihan dan Kekurangan Linear Program
- Sebagai alat kuantitatif untuk melakukan pemrograman, program linear mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan–kelebihan program linear yaitu;
- a. Mudah dilaksanakan terutama jika menggunakan alat bantu komputer.
 - b. Dapat menggunakan banyak variabel sehingga berbagai kemungkinan untuk memperoleh pemanfaatan sumber daya yang optimal dapat dicapai.
 - c. Fungsi tujuan dapat difleksibelkan/*direlax* sesuai dengan tujuan penelitian atau berdasarkan data yang tersedia.
6. Kekurangan-kekurangan dari program linear yaitu;
- a. Apabila alat bantu komputer tidak tersedia, maka program linear dengan menggunakan banyak variabel akan menyulitkan analisisnya bahkan mungkin tidak dapat dikerjakan secara manual. Metode ini tidak dapat digunakan secara bebas dalam setiap kondisi, tetapi dibatasi oleh asumsi-asumsi.
 - b. Metode ini hanya dapat digunakan untuk satu tujuan misalnya hanya untuk maksimisasi keuntungan atau minimisasi biaya.
7. Prinsip-Prinsip Program Linear
- Tidak semua masalah optimasi dapat diselesaikan dengan program linear. Adapun prinsip-prinsip utama program linear antara lain sebagai berikut;
- a. Adanya sasaran

Sasaran dalam model matematika adalah masalah program linear berupa fungsi tujuan (fungsi objektif) yang akan dicari nilai optimalnya (maksimal/minimal).

- b. Adanya tindakan alternatif
Artinya nilai fungsi tujuan dapat diperoleh dengan berbagai cara dan diantaranya alternatif itu memberikan nilai optimal.
- c. Adanya keterbatasan sumber daya
Sumber daya atau *input* dapat berupa waktu, tenaga, biaya, bahan, dan sebagainya. Pembatas sumber daya disebut sebagai kendala (*constraints*) pembatas.
- d. Masalah harus dapat dituangkan dalam bahasa matematika yang disebut model matematika.
- e. Antara variabel yang membentuk fungsi tujuan dan kendala ada keterkaitan.

8. Bentuk Standar Model Program Linear

Di dalam menentukan masalah program linear diperlukan bentuk dasar agar lebih mudah dalam menyelesaikannya. Beberapa istilah yang banyak digunakan dalam model program linear antara lain sebagai berikut;

- a. Z adalah nilai fungsi tujuan yang belum diketahui dan yang akan dicari nilai optimalnya. Fungsi tujuan merupakan pernyataan matematika yang menyatakan hubungan z dengan jumlah dari perkalian semua koefisien fungsi tujuan.
- b. Koefisien fungsi tujuan (*koefisien kontribusi*) ialah nilai yang menyatakan kontribusi per unit kepada z untuk setiap x_j dan biasa diberi simbol c_j .
- c. Pembatas (*constraint*). Pembatas merupakan kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarang. Adapun untuk mengubah suatu bentuk formulasi yang

belum standar ke dalam bentuk standar dapat dilakukan cara-cara sebagai berikut:

1. Pembatas yang bertanda \leq dan \geq dapat dijadikan suatu persamaan (bertanda $=$) dengan menambahkan atau mengurangi dengan suatu variabel *slack* pada ruas kiri pembatas itu.
 2. Ruas kanan dari suatu persamaan dapat dijadikan bilangan nonnegatif dengan cara mengalikan kedua ruas dengan -1.
 3. Arah pertidaksamaan dapat berubah apabila kedua ruas dikalikan dengan -1.
 4. Pembatas dengan ketidaksamaan yang ruas kirinya berada dalam tanda mutlak dapat diubah menjadi dua ketidaksamaan.
- d. Variabel keputusan (*decision variable*) adalah kumpulan variabel yang akan dicari untuk ditentukan nilainya. Jika variabel keputusan cukup banyak menggunakan x_1, x_2, \dots, x_n , dan sebagainya.
- e. Koefisien teknis biasanya diberi simbol a_{ij} , menyatakan setiap unit penggunaan bidari setiap variabel x_j .
- f. Nilai ruas kanan (*right hand side value*) adalah nilai-nilai yang biasanya menunjukkan jumlah (kuantitas, kapasitas) ketersediaan sumber daya untuk dimanfaatkan sepenuhnya. Simbol yang digunakan biasanya b_i (i menyatakan banyaknya kendala).
- g. Variabel tambahan (*slack variable/surplus variable*) adalah variabel yang menyatakan penyimpanan positif atau negatif dari nilai ruas kanan. Variabel tambahan dalam program linear sering diberi simbol S_1, S_2, \dots

Dalam memodelkan program linear yang terdiri dari n variabel keputusan dan m kendala, maka secara umum model koefisien fungsi tujuan dalam bentuk standar dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_{1m} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

z = Fungsi tujuan

c_n = Koefisien peubah pengambilan keputusan ke-n dalam fungsi tujuan

x_n = Peubah pengambilan keputusan atau kegiatan ke-n (tingkat kegiatan)

Bentuk kendala (*constraint*) dapat ditunjukkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq; = \text{atau } b_m \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

a_{mn} = Koefisien teknis dalam kendala ke-m pada aktivitas ke-n

x_n = Peubah pengambilan keputusan atau kegiatan ke-n (tingkat kegiatan)

b_m = Sumber daya yang terbatas/konstanta dari kendala ke-m

9. Solusi Model Program Linier

Solusi dari model program linier merupakan kumpulan nilai dari variabel keputusan. Dalam sebuah model matematis, suatu solusi dikatakan layak jika dapat memenuhi seluruh pembatas dalam model tersebut. Sebaliknya, suatu solusi dikatakan tidak layak jika terdapat sedikitnya satu pembatas yang tidak terpenuhi. Suatu solusi optimal adalah solusi layak yang memiliki nilai fungsi tujuan yang paling diinginkan. Nilai fungsi tujuan yang paling diinginkan adalah nilai terbesar untuk fungsi tujuan maksimasi dan nilai terkecil untuk fungsi minimasi.

Penentuan solusi dari sebuah program linier dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara seperti menggunakan metode grafik, metode simpleks, maupun perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak.

Penggunaan perangkat lunak (*software*) pada umumnya dipilih untuk memperoleh solusi dari model-model yang berukuran besar. Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memperoleh solusi dari model program linier antara lain adalah TORA, Excel Solver, LINDO, dan Warwick DEA (WinDEA). Pada penelitian ini digunakan perangkat lunak LINDO untuk menguji coba model yang dikembangkan dan mengetahui pengukuran efisiensi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini aplikasi klasifikasi kategorisasi baru ini, penulis mengambil jumlah data dokter umum, dokter gigi, bidan, dan perawat serta data fasilitas yang terdapat pada Puskesmas tersebut. Proses penelitian dilakukan pada bulan April 2019 sampai dengan Agustus 2019.

B. Langkah Penelitian

Penelitian adalah suatu penyelidikan atau suatu usaha pengujian dilakukan secara teliti dan kritis dalam mencari fakta maupun prinsip dengan menggunakan langkah-langkah tertentu. Dalam mencari fakta-fakta ini diperlukan usaha yang sistematis untuk menemukan jawaban yang ilmiah dalam suatu masalah. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada proses pembuatan penelitian ini adalah sebagai berikut;

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam penelitian untuk memperoleh informasi yang relevan dengan permasalahan dalam penelitian yang nantinya akan menjadi input pada tahap pengolahan data. Pada pengumpulan data yang dilakukan untuk penelitian ini ada dua cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh data mentah, yaitu mengumpulkan data sendiri dan memperoleh data dari sumber lain. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kepustakaan yaitu dengan mengumpulkan data yang diperoleh dari dinas kesehatan kota, Puskesmas dan profil kesehatan Kota Lhokseumawe, serta berbagai buku dan literatur baik berupa jurnal penelitian maupun publikasi laporan kinerja pemerintah yang berkaitan dengan penelitian ini.

D. Pengolahan Data

Data-data yang sudah dikumpulkan akan dilakukan pengolahan data agar didapatkan data yang lebih relevan. Langkah-langkah dari data mining adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan data

Pembersihan data dilakukan untuk mengatasi *missing value*, *noise* dan data yang tidak konsisten pada data yang diperoleh dari Puskesmas. Pembersihan data akan mempengaruhi performansi dari sistem data mining untuk mengurangi data yang akan ditangani dan kompleksitasnya.

2. Integrasi data

Integrasi data dilakukan dengan menggabungkan data dari sumber yang berbeda yang kemudian siap diolah untuk tahap selanjutnya sehingga diperoleh variabel-variabel yang lebih relevan, dan reliabel. Kemudian dilakukan proses pembersihan data kedua dengan mengintegrasikan data awal.

3. Pemilihan data

Pemilihan data dilakukan untuk meminimalkan jumlah data yang digunakan untuk proses mining dengan tetap merepresentasikan data aslinya. Pemilihan data dilakukan untuk pengambilan data yang relevan untuk dijadikan fitur.

4. Transformasi data

Transformasi data dilakukan untuk mengubah bentuk dan format data yang khusus sebelum siap di aplikasikan. Hal ini tentunya sangat membantu memudahkan pengguna dalam proses *mining* ataupun memahami hasil yang didapat.

E. Analisis Sistem

Tujuan dari Analisis kebutuhan sistem ini untuk memahami dengan sesungguhnya kebutuhan dari sistem yang

akan dibangun dan mengembangkan sebuah sistem yang memadahi atau memutuskan bahwa pengembangan sistem yang baru tidak dibutuhkan. Hasil Analisis tersebut akan menjadi acuan dari perancangan sistem yang akan di bangun.

1. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*Hardware*) merupakan perangkat yang sangat diperlukan di dalam sistem komputer, perangkat keras yang digunakan pada pembuatan perancangan sistem ini adalah *Laptop Acer Aspire 4736* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Intel® Core™ i3
- b. RAM 4 GB
- c. HDD 500 GB

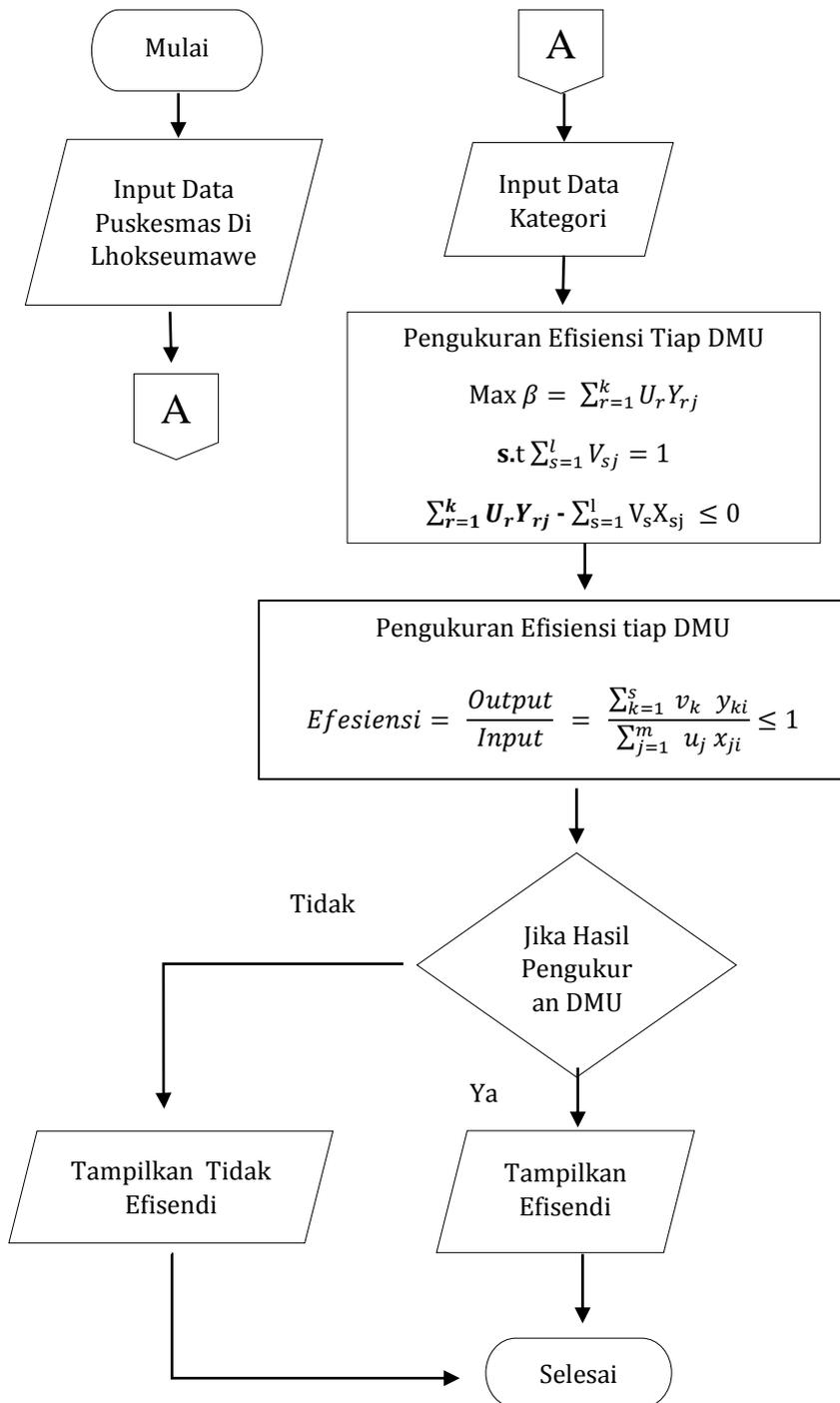
2. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*software*) juga merupakan salah satu faktor penunjang untuk membuat dan merancang sebuah sistem yang akan di bangun. Perangkat lunak (*sofyware*) juga berfungsi sebagai pengolah data. Perangkat lunak yang digunakan pada perancangan sistem ini adalah:

- a. Sistem Operasi : Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit
- b. Aplikasi Pembantu : PHP, XAMPP, SublimeText.

F. Skema Sistem

Skema sistem Tingkat Efisiensi Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) Kota Lhokseumawe dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 1 Skema Sistem

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pada Penelitian ini, akan menguji metode DEA untuk tingkat efisiensi Pusat Kesehatan Masyarakat kota Lhokseumawe. Metode ini akan menghitung tingkat efisiensi PUSKESMAS satu tahun terakhir untuk mendapatkan tingkat efisien yang akurat. *Decision Making Unit (DMU)* yang digunakan adalah 6 DMU yang terdiri dari 4 *input* dan 3 *output*.

1. Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan tahapan paling awal dari pengembangan sistem yang menjadi pondasi menentukan keberhasilan sistem informasi yang dihasilkan nantinya. Analisis sistem memiliki tiga tahap dalam pengembangan sistem yaitu: analisis masalah, analisis kebutuhan, dan analisis proses.

2. Analisis Masalah

Setiap tahunnya jumlah pasien terus bertambah dengan keluhan yang berbeda-beda. Semakin banyak pasien yang berkunjung seharusnya semakin meningkat pula kualitas tingkat pelayanan, baik dalam tenaga kerja, tenaga medis, stok obat, dan lain-lain.

Dinas Kesehatan akan mengetahui puskesmas yang efisien dalam pelayanan dan tidak. Maka dari itu dinas kesehatan membutuhkan sebuah sistem informasi untuk mempermudah melihat puskesmas yang efisien dan tidak efisien dengan memasukkan kriteria yang diinginkan oleh dinas kesehatan dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis (DMU)*.

3. Analisis Kebutuhan

Untuk mempermudah menganalisis sebuah sistem dibutuhkan dua jenis kebutuhan, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

a. Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional disini menjelaskan tentang sistem yang disediakan. Sistem ini melakukan perhitungan tingkat efisiensi puskesmas di kota Lhokseumawe. Untuk menerapkan sistem ter-sebut, kebutuhan fungsional yang harus dipenuhi antara lain adalah:

1. Sistem memerlukan data puskesmas berupa jumlah tenaga medis, posyandu aktif, stok obat, perawat, rawat inap, imunisasi dasar lengkap, dan nilai kepuasan.
2. Pengelompokan data dilakukan berdasarkan input dan output variabel dari setiap DMU.
3. Perhitungan dilakukan menggunakan metode DEA yang dibantu linear programming Lindo 6.1

b. Kebutuhan Non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional yang harus dipenuhi antara lain sebagai berikut:

1. Performa sistem yang akan dibangun output yang dihasilkan berupa data efisien puskesmas berdasarkan kriteria yang telah dibuat oleh user.
2. Sistem ini menampilkan grafik puskesmas dari efisien hingga tidak efisien.
3. Sistem yang akan dibangun tidak memerlukan perangkat tambahan yang dapat mengeluarkan biaya dan bebas digunakan sehingga hemat biaya.

4. Analisis Proses

Membangun sistem tingkat efisiensi puskesmas menggunakan metode DEA (*Data Envelopment Analysis*)

hasil keluaran dari sistem ini adalah hasil analisis variabel setiap DMU yang akan dimasukkan dalam kategori efisien dan tidak efisien.

B. Pengelompokan Data Master

Data Master merupakan data yang berupa data variable, Data DMU (*Decision Making Unit*) dan data nilai dari tiap DMU.

Tabel 4. 1 Data DMU

Kode DMU	Nama DMU
D1	puskesmas banda sakti
D2	puskesmas mongeudong
D3	puskesmas muara dua
D4	puskesmas muara satu
D5	puskesmas blang mangat
D6	puskesmas blang cut

Tabel 4. 2 Data Variabel input dan output

No	Tipe	Nama Variabel
Input		
1	V1	jumlah tenaga medis
2	V2	jumlah posyandu aktif
3	V3	jumlah stok obat
4	V4	jumlah perawat
Output		
1	U1	jumlah rawat jalan
2	U2	jumlah imunisasi dasar lengkap
3	U3	nilai kepuasan

Tabel 4. 3 Data Nilai Variabel tiap DMU

No	DMU	U1	U2	U3	V1	V2	V3	V4
1	D1	54.235	1.167	1.168	7	21	210.405	143
2	D2	28.124	417	1.182	9	12	198.331	94
3	D3	89.766	1.167	1.258	15	20	350.750	103
4	D4	79.135	395	1.220	10	12	343.774	89
5	D5	39.730	254	1.155	7	17	206.268	58
6	D6	25.398	125	1.124	7	9	189.585	42

1. Perhitungan Manual Metode *Data Envelopment Analysis*

Pada perhitungan manual ini, akan menggunakan data data nilai variable tiap DMU pada tahun 2018 yang terdiri dari 6 DMU, 4 Input dan 3 output. Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan nilai efisiensi dengan metode DEA antara lain sebagai berikut;

b. Menghitung Rasio Bobot

Rasio bobot didapatkan menggunakan *linear programming* metode Simplex, adapun *linear programming* rasio bobot setiap DMU adalah sebagai berikut:

1. *Linear Programming* bobot Puskesmas Banda Sakti

Model matematika yang telah dibuat kemudian dituliskan pada aplikasi *LINDO* agar ditemukan suatu penyelesaian yang optimal. Formulasi yang ditulis pada program *LINDO* adalah sebagai berikut;

Max $54235u_1+1167u_2+1168u_3+0v_1+0v_2+0v_3+0v_4$

subject to

$$7v_1+21v_2+210405v_3+143v_4=1$$

$$54235u_1+1167u_2+1168u_3-7v_1-21v_2-210405v_3-143v_4\leq 0$$

$$28124u_1+417u_2+1182u_3-9v_1-12v_2-198331v_3-94v_4\leq 0$$

$$89766u_1+1167u_2+1258u_3-15v_1-20v_2-35075v_3-103v_4\leq 0$$

$$79135u_1+395u_2+1220u_3-10v_1-12v_2-343774v_3-89v_4\leq 0$$

$$39730u_1+254u_2+1155u_3-7v_1-17v_2-206268v_3-58v_4\leq 0$$

$$25398u_1+125u_2+1124u_3-7v_1-9v_2-189585v_3-42v_4\leq 0$$

$$v_1\geq 0$$

$$v_2\geq 0$$

$$v_3\geq 0$$

$v_4 \geq 0$
 $u_1 \geq 0$
 $u_2 \geq 0$
 $u_3 \geq 0$
 End

Output yang dihasilkan dari program *LINDO* untuk pemecahan model matematika diatas adalah seperti dibawah ini

Bagian 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

1) 1.000000

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000857	0.000000
U3	0.000000	0.000000
V1	0.060239	0.000000
V2	0.000000	0.000000
V3	0.000003	0.000000
V4	0.000000	0.000000

Nilai fungsi objektif (*Objective Function Value*) yang ditunjukkan oleh *output* program *LINDO* adalah 1. Nilai tersebut merupakan hasil maksimum berdasarkan Puskesmas Banda Sakti dimana nilai bobotnya $u_1 = 0.000000$, $u_2 = 0.000857$, $u_3 = 0.000000$, $v_1 = 0.060239$, $v_2 = 0.000000$, $v_3 = 0.000003$, $v_4 = 0.000000$. Nilai dari *Reduced Cost* sangat berarti jika variabel keputusan yang bersangkutan bernilai 0 (nol), karena fungsi dari *Reduced Cost* adalah untuk menunjukkan berapa banyak biaya per unit dari suatu variabel dapat dikurangi agar solusi optimal yang diperoleh dari variabel tersebut bernilai positif. Berdasarkan *output* diatas, nilai variabel

keputusannya tidak ada yang bernilai nol, sehingga *Reduced Cost* juga bernilai nol.

Bagian 2

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	1.000000
4)	0.729966	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	1.208825	0.000000
7)	0.770977	0.000000
8)	0.835661	0.000000
9)	0.060239	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000003	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000857	0.000000
15)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS = 3

Untuk bagian 2 di atas menunjukkan bahwa kendala yang aktif berada pada baris 2 dan 3 dengan nilai *Dual Prices*nya sebesar 1. Nilai ini menunjukkan bahwa pengurangan setiap unit nilai ruas kanan pada kendala-kendala tersebut akan menyebabkan nilai fungsi tujuan bertambah sebesar 1. Sedangkan untuk kendala yang nilai sama dengan nol menunjukkan bahwa sumber daya tersebut berstatus kendala tidak aktif atau berlebih, di mana penambahan atau pengurangan persediaan pada sumber daya tidak akan mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Bagian 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT ALLOWABLE	ALLOWABLE COEF	INCREASE DECREASE
U1	54235.000000	0.000000	INFINITY
U2	1167.000000	INFINITY	0.000000
U3	1168.000000	0.000000	INFINITY
V1	0.000000	0.000000	0.000000
V2	0.000000	0.000000	INFINITY
V3	0.000000	415792.875000	0.000000
V4	0.000000	0.000000	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT ALLOWABLE	ALLOWABLE RHS	INCREASE DECREASE
2	1.000000	INFINITY	1.000000
3	0.000000	1.142857	0.833298
4	0.000000	INFINITY	0.729966
5	0.000000	0.833298	1.142857
6	0.000000	INFINITY	1.208825
7	0.000000	INFINITY	0.770977
8	0.000000	INFINITY	0.835661
9	0.000000	0.060239	INFINITY
10	0.000000	0.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000003	INFINITY
12	0.000000	0.000000	INFINITY
13	0.000000	0.000000	INFINITY
14	0.000000	0.000857	INFINITY
15	0.000000	0.000000	INFINITY

Bagian ketiga ini merupakan uji sensitivitas dari solusi optimal yang telah dihasilkan oleh program *LINDO*. Uji ini sangat berguna untuk perbaikan model karena dengan informasi yang ada, model yang telah diperoleh dapat dianalisis lagi sehingga akan didapat solusi yang lebih optimal dari solusi sebelumnya. Berikut adalah informasi yang diperoleh dari uji sensitivitas di atas.

a. *Obj Coefficient Ranges*

Obj Coefficient Ranges adalah suatu daerah yang memuat nilai koefisien dari masing-masing variabel keputusan dimana terdapat batas interval perubahan nilai yang diperbolehkan, agar solusi yang sebelumnya telah dihasilkan tetap optimal. Kolom *Current Coef* menunjukkan nilai koefisien dari variabel $u_1 = 54235.000000$, $u_2 = 1167.000000$, $u_3 = 1168.000000$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$, $v_3 = 0$, $v_4 = 0$. Sedangkan pada kolom *Allowable Increase* sebagian memiliki batasan tidak terbatas (*infinity*) dalam menaikkan koefisien fungsi tujuan, dan sebagian lagi memiliki batasan tidak terbatas dalam menurunkan nilai koefisien fungsi tujuan.

Nilai masing masing batasan berbeda untuk setiap peubahnya. Misalnya, peubah U_1 memiliki batasan untuk menaikkan koefisien sebesar 0 dan tidak memiliki batasan untuk menurunkan koefisien. Sedangkan peubah U_2 tidak memiliki batasan untuk menaikkan koefisiennya dan memiliki batasan untuk menurunkan koefisiennya sebesar 0, sedangkan V_3 memiliki batasan untuk menaikkan koefisien sebesar 415792.875000 dan memiliki batasan untuk menurunkan koefisien sebesar 0.

b. *Righthand Side Ranges*

Kolom *Current RHS* terdiri dari Nilai Ruas Kanan (NRK) masing-masing variabel keputusan. *Allowable Increase* untuk kendala 1, 3, 5, 6, dan 7 adalah *infinity*, ini berarti penambahan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas penambahan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

1. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 1.142857 pada nilai *dual price* 1.

2. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.833298 pada nilai *dual price* 0.
3. NRK kendala 8 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.060239 pada nilai *dual price* 0.
4. NRK kendala 9 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0 pada nilai *dual price* 0.
5. NRK kendala 10 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000003 pada nilai *dual price* 0.
6. NRK kendala 11 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0 pada nilai *dual price* 0.
7. NRK kendala 12 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0 pada nilai *dual price* 0.
8. NRK kendala 13 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000857 pada nilai *dual price* 0.
9. NRK kendala 14 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0 pada nilai *dual price* 0.

Allowable Decrease untuk kendala 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 adalah *infinity*, ini berarti pengurangan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas pengurangan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

- a. NRK kendala 1 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
- b. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.833298 pada nilai *dual price* 1.
- c. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.729966 pada nilai *dual price* 0.
- d. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.142857 pada nilai *dual price* 0.
- e. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.208825 pada nilai *dual price* 0.
- f. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.770977 pada nilai *dual price* 0.

g. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.835661 pada nilai *dual price* 0.

Tabel 4. 4 Data Bobot Variabel Puskesmas Banda Sakti

Output			Input			
U1	U2	U3	V1	V2	V3	V3
0	0.000857	0	0.060239	0	0.000003	0

2. *Linear Programming* Rasio Bobot Puskesmas Mongeudong

Max $28124u_1+417u_2+1182u_3+0v_1+0v_2+0v_3+0v_4$

subject to

$$9v_1+12v_2+198331v_3+94v_4=1$$

$$54235u_1+1167u_2+1168u_3-7v_1-21v_2-210405v_3-143v_4 \leq 0$$

$$28124u_1+417u_2+1182u_3-9v_1-12v_2-198331v_3-94v_4 \leq 0$$

$$89766u_1+1167u_2+1258u_3-15v_1-20v_2-35075v_3-103v_4 \leq 0$$

$$79135u_1+395u_2+1220u_3-10v_1-12v_2-343774v_3-89v_4 \leq 0$$

$$39730u_1+254u_2+1155u_3-7v_1-17v_2-206268v_3-58v_4 \leq 0$$

$$25398u_1+125u_2+1124u_3-7v_1-9v_2-189585v_3-42v_4 \leq 0$$

$$v_1 \geq 0$$

$$v_2 \geq 0$$

$$v_3 \geq 0$$

$$v_4 \geq 0$$

$$u_1 \geq 0$$

$$u_2 \geq 0$$

$$u_3 \geq 0$$

end

Output yang dihasilkan dari program *LINDO* untuk pemecahan model matematika diatas adalah seperti dibawah ini

Bagian 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6

1) 1.000000

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000651	0.000000
U3	0.000616	0.000000
V1	0.023948	0.000000
V2	0.058010	0.000000
V3	0.000000	0.000000
V4	0.000000	0.000000

Nilai fungsi objektif (*Objective Function Vaue*) yang ditunjukkan oleh *output* program *LINDO* adalah 1. Nilai tersebut merupakan hasil maksimum berdasarkan Puskesmas Mongeudong dimana nilai bobotnya $u_1 = 0.000000$, $u_2 = 0.000651$, $u_3 = 0.000616$, $v_1 = 0.023948$, $v_2 = 0.058010$, $v_3 = 0.000000$, $v_4 = 0.000000$. Nilai dari *Reduced Cost* sangat berarti jika variabel keputusan yang bersangkutan bernilai 0 (nol), karena fungsi dari *Reduced Cost* adalah untuk menunjukkan berapa banyak biaya per unit dari suatu variabel dapat dikurangi agar solusi optimal yang diperoleh dari variabel tersebut bernilai positif. Berdasarkan *output* di atas, nilai variabel keputusannya tidak ada yang bernilai nol, sehingga *Reduced Cost* juga bernilai nol.

Bagian 2

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.079636	0.000000
7)	0.368431	0.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.023948	0.000000
10)	0.058010	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000651	0.000000
15)	0.000616	0.000000

Untuk bagian 2 di atas menunjukkan bahwa kendala yang aktif berada pada baris 2 dan 4 dengan nilai *Dual Prices*nya sebesar 1. Nilai ini menunjukkan bahwa pengurangan setiap unit nilai ruas kanan pada kendala-kendala tersebut akan menyebabkan nilai fungsi tujuan bertambah sebesar 1. Sedangkan untuk kendala yang nilai sama dengan nol menunjukkan bahwa sumber daya tersebut berstatus kendala tidak aktif atau berlebih, dimana penambahan atau pengurangan persediaan pada sumber daya tidak akan mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Bagian 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT ALLOWABLE	ALLOWABLE COEF	INCREASE DECREASE
U1	28124.000000	0.000000	INFINITY
U2	417.000000	0.000000	143.479691
U3	1182.000000	620.038025	0.000000

V1	0.000000	0.000000	0.000000
V2	0.000000	0.000000	1.574486
V3	0.000000	48401.921875	0.000000
V4	0.000000	0.000000	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT ALLOWABLE	ALLOWABLE RHS	INCREASE DECREASE
2	1.000000	INFINITY	1.000000
3	0.000000	0.480463	0.194879
4	0.000000	0.019043	0.091335
5	0.000000	0.761300	0.084027
6	0.000000	INFINITY	0.079636
7	0.000000	INFINITY	0.368431
8	0.000000	0.095975	0.029044
9	0.000000	0.023948	INFINITY
10	0.000000	0.058010	INFINITY
11	0.000000	0.000000	INFINITY
12	0.000000	0.000000	INFINITY
13	0.000000	0.000000	INFINITY
14	0.000000	0.000651	INFINITY
15	0.000000	0.000616	INFINITY

Bagian ketiga ini merupakan uji sensitivitas dari solusi optimal yang telah dihasilkan oleh program *LINDO*. Uji ini sangat berguna untuk perbaikan model karena dengan informasi yang ada, model yang telah diperoleh dapat dianalisis lagi sehingga akan didapat solusi yang lebih optimal dari solusi sebelumnya. Berikut adalah informasi yang diperoleh dari uji sensitivitas di atas.

a. *Obj Coefficient Ranges*

Obj Coefficient Ranges adalah suatu daerah yang memuat nilai koefisien dari masing-masing variabel keputusan dimana terdapat batas interval perubahan nilai yang diperbolehkan, agar solusi yang sebelumnya telah dihasilkan tetap optimal. Kolom *Current Coef* menunjukkan nilai koefisien dari variabel $u_1 =$

28124,000000, $u_2 = 417,000000$, $u_3 = 1182,000000$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$, $v_3 = 0$, $v_4 = 0$. Sedangkan pada kolom *Allowable Increase* semua variabel memiliki batasan. Nilai masing masing batasan berbeda untuk setiap peubahnya. Misalnya, peubah U_1 memiliki batasan untuk menaikkan koefisien sebesar 0 dan tidak memiliki batasan untuk menurunkan koefisien. Sedangkan peubah V_2 memiliki batasan untuk menaikkan koefisiennya sebesar 0.000000 dan memiliki batasan untuk menurunkan koefisiennya sebesar 1.574486.

b. *Righthand Side Ranges*

Kolom *Current RHS* terdiri dari Nilai Ruas Kanan (NRK) masing-masing variabel keputusan. *Allowable Increase* untuk kendala 1, 5, dan 6 adalah *infinity*, ini berarti penambahan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas penambahan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

1. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.480463 pada nilai *dual price* 0.
2. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.019043 pada nilai *dual price* 1.
3. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.761300 pada nilai *dual price* 0.
4. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.095975 pada nilai *dual price* 0.
5. NRK kendala 8 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.023948 pada nilai *dual price* 0.
6. NRK kendala 9 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.058010 pada nilai *dual price* 0.
7. NRK kendala 10 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.

8. NRK kendala 11 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
9. NRK kendala 12 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
10. NRK kendala 13 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000651 pada nilai *dual price* 0.
11. NRK kendala 14 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000616 pada nilai *dual price* 0.

Allowable Decrease untuk kendala 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 adalah *infinity*, ini berarti pengurangan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas pengurangan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

1. NRK kendala 1 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
2. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.194879 pada nilai *dual price* 0.
3. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.091335 pada nilai *dual price* 1.
4. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.084027 pada nilai *dual price* 0.
5. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.079636 pada nilai *dual price* 0.
6. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.368431 pada nilai *dual price* 0.
7. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.029044 pada nilai *dual price* 0.

Tabel 4.5 Data Bobot Variabel Puskesmas Mongeudong

Output			Input			
U1	U2	U3	V1	V2	V3	V4
0	0.000651	0.000616	0.023948	0.058010	0	0

3. *Linear Programming* Bobot Puskesmas Muara Dua

Maximize $89766u_1+1167u_2+1258u_3+0v_1+0v_2+0v_3+0v_4$

subject to

$$15v_1+20v_2+35075v_3+103v_4=1$$

$$54235u_1+1167u_2+1168u_3-7v_1-21v_2-210405v_3-143v_4 \leq 0$$

$$28124u_1+417u_2+1182u_3-9v_1-12v_2-198331v_3-94v_4 \leq 0$$

$$89766u_1+1167u_2+1258u_3-15v_1-20v_2-35075v_3-103v_4 \leq 0$$

$$79135u_1+395u_2+1220u_3-10v_1-12v_2-343774v_3-89v_4 \leq 0$$

$$39730u_1+254u_2+1155u_3-7v_1-17v_2-206268v_3-58v_4 \leq 0$$

$$25398u_1+125u_2+1124u_3-7v_1-9v_2-189585v_3-42v_4 \leq 0$$

$$v_1 \geq 0$$

$$v_2 \geq 0$$

$$v_3 \geq 0$$

$$v_4 \geq 0$$

$$u_1 \geq 0$$

$$u_2 \geq 0$$

$$u_3 \geq 0$$

end

Output yang dihasilkan dari program *LINDO* untuk pemecahan model matematika diatas adalah seperti di bawah ini

Bagian 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

1) 1.000000

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000857	0.000000
U3	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000000	0.000000
V3	0.000029	0.000000
V4	0.000000	0.000000

Nilai fungsi objektif (*Objective Function Value*) yang ditunjukkan oleh *output* program *LINDO* adalah 1. Nilai tersebut merupakan hasil maksimum berdasarkan Puskesmas Muara Dua dimana nilai bobotnya $u_1 = 0.000000$, $u_2 = 0.000857$, $u_3 = 0.000000$, $v_1 = 0.000000$, $v_2 = 0.000000$, $v_3 = 0.000029$, $v_4 = 0.000000$. Nilai dari *Reduced Cost* sangat berarti jika variabel keputusan yang bersangkutan bernilai 0 (nol), karena fungsi dari *Reduced Cost* adalah untuk menunjukkan berapa banyak biaya per unit dari suatu variabel dapat dikurangi agar solusi optimal yang diperoleh dari variabel tersebut bernilai positif. Berdasarkan *output* diatas, nilai variabel keputusannya tidak ada yang bernilai nol, sehingga *Reduced Cost* juga bernilai nol.

Bagian 2

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	4.998717	0.000000
4)	5.297157	0.000000
5)	0.000000	1.000000
6)	9.462637	0.000000
7)	5.663118	0.000000
8)	5.298019	0.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000029	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000857	0.000000
15)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS = 2

Untuk bagian 2 di atas menunjukkan bahwa kendala yang aktif berada pada baris 2 dan 5 dengan nilai *Dual Prices*nya sebesar 1. Nilai ini menunjukkan bahwa pengurangan setiap unit nilai ruas kanan pada kendala-kendala tersebut akan menyebabkan nilai fungsi tujuan bertambah sebesar 1. Sedangkan untuk kendala yang nilai sama dengan nol menunjukkan bahwa sumber daya tersebut berstatus kendala tidak aktif atau berlebih, di mana penambahan atau pengurangan persediaan pada sumber daya tidak akan mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Bagian 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT ALLOWABLE	ALLOWABLE COEF	INCREASE DECREASE
U1	89766.000000	0.000000	INFINITY
U2	1167.000000	INFINITY	0.000000
U3	1258.000000	0.000000	INFINITY
V1	0.000000	0.000000	INFINITY
V2	0.000000	0.000000	INFINITY
V3	0.000000	INFINITY	0.000000
V4	0.000000	0.000000	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT ALLOWABLE	ALLOWABLE RHS	INCREASE DECREASE
2	1.000000	INFINITY	1.000000
3	0.000000	INFINITY	4.998717
4	0.000000	INFINITY	5.297157
5	0.000000	4.998717	1.000000
6	0.000000	INFINITY	9.462637
7	0.000000	INFINITY	5.663118
8	0.000000	INFINITY	5.298019
9	0.000000	0.000000	INFINITY
10	0.000000	0.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000029	INFINITY
12	0.000000	0.000000	INFINITY
13	0.000000	0.000000	INFINITY
14	0.000000	0.000857	INFINITY
15	0.000000	0.000000	INFINITY

Bagian ketiga ini merupakan uji sensitivitas dari solusi optimal yang telah dihasilkan oleh program *LINDO*. Uji ini sangat berguna untuk perbaikan model karena dengan informasi yang ada, model yang telah diperoleh dapat dianalisis lagi sehingga akan didapat solusi yang lebih optimal dari solusi sebelumnya. Berikut adalah informasi yang diperoleh dari uji sensitivitas di atas.

a. *Obj Coefficient Ranges*

Obj Coefficient Ranges adalah suatu daerah yang memuat nilai koefisien dari masing-masing variabel keputusan dimana terdapat batas interval perubahan nilai yang diperbolehkan, agar solusi yang sebelumnya telah dihasilkan tetap optimal. Kolom *Current Coef* menunjukkan nilai koefisien dari variabel $u_1 = 89766,000000$, $u_2 = 1167,000000$, $u_3 = 1258,000000$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$, $v_3 = 0$, $v_4 = 0$. Sedangkan pada kolom *Allowable Increase* ada beberapa variabel yang *infinity*. Nilai masing-masing batasan berbeda untuk setiap peubahnya. Misalnya, peubah U_1 memiliki batasan untuk menaikkan koefisien sebesar 0 dan tidak memiliki batasan untuk menurunkan koefisien. Sedangkan peubah U_2 tidak memiliki batasan untuk menaikkan koefisien dan memiliki batasan untuk menurunkan koefisiennya sebesar 0.

b. *Righthand Side Ranges*

Kolom *Current RHS* terdiri dari Nilai Ruas Kanan (NRK) masing-masing variabel keputusan. *Allowable Increase* untuk kendala 1, 2, 3, 5, 6 dan 7 adalah *infinity*, ini berarti penambahan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas penambahan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat dibawah ini.

1. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 4.998717 pada nilai *dual price* 0.
2. NRK kendala 8 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
3. NRK kendala 9 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
4. NRK kendala 10 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000029 pada nilai *dual price* 0.
5. NRK kendala 11 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
6. NRK kendala 12 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
7. NRK kendala 13 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000857 pada nilai *dual price* 0.
8. NRK kendala 14 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.

Allowable Decrease untuk kendala 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 adalah *infinity*, ini berarti pengurangan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas pengurangan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

- a. NRK kendala 1 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
- b. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 4.998717 pada nilai *dual price* 0.

- c. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 5.297157 pada nilai *dual price* 0.
- d. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
- e. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 9.462637 pada nilai *dual price* 0.
- f. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 5.663118 pada nilai *dual price* 0.
- g. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 5.298019 pada nilai *dual price* 0.

Tabel 4. 6 Data Bobot Variabel Puskesmas Muara Dua

Output			Input			
U1	U2	U3	V1	V2	V3	V4
0	0.000857	0	0	0	0.000029	0

4. Linear Programming Bobot Puskesmas Muara Satu

$$\text{Max } 79135u_1 + 395u_2 + 1220u_3 + 0v_1 + 0v_2 + 0v_3 + 0v_4$$

subject to

$$10v_1 + 12v_2 + 343774v_3 + 89v_4 = 1$$

$$54235u_1 + 1167u_2 + 1168u_3 - 7v_1 - 21v_2 - 210405v_3 - 143v_4 \leq 0$$

$$28124u_1 + 417u_2 + 1182u_3 - 9v_1 - 12v_2 - 198331v_3 - 94v_4 \leq 0$$

$$89766u_1 + 1167u_2 + 1258u_3 - 15v_1 - 20v_2 - 35075v_3 - 103v_4 \leq 0$$

$$79135u_1 + 395u_2 + 1220u_3 - 10v_1 - 12v_2 - 343774v_3 - 89v_4 \leq 0$$

$$39730u_1 + 254u_2 + 1155u_3 - 7v_1 - 17v_2 - 206268v_3 - 58v_4 \leq 0$$

$$25398u_1 + 125u_2 + 1124u_3 - 7v_1 - 9v_2 - 189585v_3 - 42v_4 \leq 0$$

$$v_1 \geq 0$$

$$v_2 \geq 0$$

$$v_3 \geq 0$$

$$v_4 \geq 0$$

$$u_1 \geq 0$$

$u_2 \geq 0$
 $u_3 \geq 0$
 end

Output yang dihasilkan dari program *LINDO* untuk pemecahan model matematika di atas adalah seperti di bawah ini

Bagian 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

1) 1.000000

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000009	0.000000
U2	0.000000	0.000000
U3	0.000211	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000000	0.000000
V3	0.000000	0.000000
V4	0.010708	0.000000

Nilai fungsi objektif (*Objective Function Value*) yang ditunjukkan oleh *output* program *LINDO* adalah 1. Nilai tersebut merupakan hasil maksimum berdasarkan Puskesmas Muara Satu dimana nilai bobotnya $u_1 = 0.000009$, $u_2 = 0.000000$, $u_3 = 0.000211$, $v_1 = 0.000000$, $v_2 = 0.000000$, $v_3 = 0.000029$, $v_4 = 0.010708$. Nilai dari *Reduced Cost* sangat berarti jika variabel keputusan yang bersangkutan bernilai 0 (nol), karena fungsi dari *Reduced Cost* adalah untuk menunjukkan berapa banyak biaya per unit dari suatu variabel dapat dikurangi agar solusi optimal yang diperoleh dari variabel tersebut bernilai positif. Berdasarkan *output* diatas, nilai variabel keputusannya tidak ada yang bernilai nol, sehingga *Reduced Cost* juga bernilai nol.

Bagian 2

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.804588	0.000000
4)	0.520207	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	1.000000
7)	0.032624	0.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.010708	0.000000
13)	0.000009	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000211	0.000000

NO. ITERATIONS = 4

Untuk bagian 2 di atas menunjukkan bahwa kendala yang aktif berada pada baris 2 dan 6 dengan nilai *Dual Prices*nya sebesar 1. Nilai ini menunjukkan bahwa pengurangan setiap unit nilai ruas kanan pada kendala-kendala tersebut akan menyebabkan nilai fungsi tujuan bertambah sebesar 1. Sedangkan untuk kendala yang nilai sama dengan nol menunjukkan bahwa sumber daya tersebut berstatus kendala tidak aktif atau berlebih, dimana penambahan atau pengurangan persediaan pada sumber daya tidak akan mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Bagian 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
U1	79135.000000	0.000000	0.000000
U2	395.000000	0.000000	INFINITY
U3	1220.000000	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000	INFINITY
V2	0.000000	0.000000	INFINITY
V3	0.000000	0.000000	0.000000
V4	0.000000	0.000000	0.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1.000000	INFINITY	1.000000
3	0.000000	INFINITY	0.804588
4	0.000000	INFINITY	0.520207
5	0.000000	0.307215	0.048912
6	0.000000	0.041119	0.440301
7	0.000000	INFINITY	0.032624
8	0.000000	0.042988	0.152696
9	0.000000	0.000000	INFINITY
10	0.000000	0.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000000	INFINITY
12	0.000000	0.010708	INFINITY
13	0.000000	0.000009	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	0.000211	INFINITY

Bagian ketiga ini merupakan uji sensitivitas dari solusi optimal yang telah dihasilkan oleh program *LINDO*. Uji ini sangat berguna untuk perbaikan model karena dengan informasi yang ada, model yang telah diperoleh dapat dianalisis lagi sehingga akan didapat solusi yang lebih optimal dari solusi sebelumnya. Berikut adalah informasi yang diperoleh dari uji sensitivitas di atas.

a. *Obj Coefficient Ranges*

Obj Coefficient Ranges adalah suatu daerah yang memuat nilai koefisien dari masing-masing variabel keputusan dimana terdapat batas interval perubahan nilai yang diperbolehkan, agar solusi yang sebelumnya telah dihasilkan tetap optimal. Kolom *Current Coef* menunjukkan nilai koefisien dari variabel $u_1 = 79135.000000$, $u_2 = 395.000000$, $u_3 = 1220,000000$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$, $v_3 = 0$, $v_4 = 0$. Sedangkan pada kolom *Allowable Increase* tidak ada *infinity* yang dimana batasan penambahan maksimum sebesar 0. Nilai masing masing batasan berbeda untuk setiap peubahnya. Misalnya, peubah U_2 memiliki batasan

untuk menaikkan koefisien sebesar 0 dan tidak memiliki batasan untuk menurunkan koefisien.

b. *Righthand Side Ranges*

Kolom *Current RHS* terdiri dari Nilai Ruas Kanan (NRK) masing-masing variabel keputusan. *Allowable Increase* untuk kendala 1, 2, 3, dan 6 adalah *infinity*, ini berarti penambahan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas penambahan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

1. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.307215 pada nilai *dual price* 0.
2. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.041119 pada nilai *dual price* 0.
3. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.042988 pada nilai *dual price* 0.
4. NRK kendala 8 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
5. NRK kendala 9 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
6. NRK kendala 10 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
7. NRK kendala 11 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.010708 pada nilai *dual price* 0.
8. NRK kendala 12 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000009 pada nilai *dual price* 0.
9. NRK kendala 13 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
10. NRK kendala 14 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000211 pada nilai *dual price* 0.

Allowable Decrease untuk kendala 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 adalah *infinity*, ini berarti pengurangan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas pengurangan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

- a. NRK kendala 1 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
- b. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.804588 pada nilai *dual price* 0.
- c. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.520207 pada nilai *dual price* 0.
- d. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.048912 pada nilai *dual price* 0.
- e. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.440301 pada nilai *dual price* 1.
- f. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.032624 pada nilai *dual price* 0.
- g. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.152696 pada nilai *dual price* 0.

Tabel 4. 7 Data Bobot Variabel Puskesmas Muara Satu

	Output				Input	
U1	U2	U3	V1	V2	V3	V4
0.000009	0	0.000211	0	0	0	0.010708

5. *Linear Programming* Bobot Puskesmas Blang Mangat

Maximize $39730u_1+254u_2+1155u_3+0v_1+0v_2+0v_3+0v_4$

subject to

$$7v_1+17v_2+206268v_3+58v_4=1$$

$$54235u_1+1167u_2+1168u_3-7v_1-21v_2-210405v_3$$

$$143v_4 \leq 0$$

$$28124u_1+417u_2+1182u_3-9v_1-12v_2-198331v_3-94v_4 \leq 0$$

$$89766u_1+1167u_2+1258u_3-15v_1-20v_2-35075v_3-$$

$$103v_4 \leq 0$$

```

79135u1+395u2+1220u3-10v1-12v2-343774v3-
89v4<=0
39730u1+254u2+1155u3-7v1-17v2-206268v3-58v4<=0
25398u1+125u2+1124u3-7v1-9v2-189585v3-42v4<=0
v1>=0
v2>=0
v3>=0
v4>=0
u1>=0
u2>=0
u3>=0
end

```

Output yang dihasilkan dari program *LINDO* untuk pemecahan model matematika di atas adalah seperti di bawah ini

Bagian 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6

1) 1.000000

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000000	0.000000
U3	0.000880	0.000000
V1	0.105459	0.000000
V2	0.000000	0.000000
V3	0.000001	0.000000
V4	0.000000	0.000000

Nilai fungsi objektif (*Objective Function Value*) yang ditunjukkan oleh *output* program *LINDO* adalah 1. Nilai tersebut merupakan hasil maksimum berdasarkan Puskesmas Blang Mangat dimana nilai bobotnya $u_1 = 0.000000$, $u_2 = 0.000000$, $u_3 = 0.000880$, $v_1 = 0.105459$, $v_2 = 0.000000$, $v_3 = 0.000001$, $v_4 = 0.000000$. Nilai dari *Reduced Cost* sangat berarti jika variabel keputusan yang

bersangkutan bernilai 0 (nol), karena fungsi dari *Reduced Cost* adalah untuk menunjukkan berapa banyak biaya per unit dari suatu variabel dapat dikurangi agar solusi optimal yang diperoleh dari variabel tersebut bernilai positif. Berdasarkan *output* diatas, nilai variabel keputusannya tidak ada yang bernilai nol, sehingga *Reduced Cost* juga bernilai nol.

Bagian 2

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.172114	0.000000
5)	0.557086	0.000000
6)	0.450494	0.000000
7)	0.000000	1.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.105459	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000001	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000880	0.000000

NO. ITERATIONS = 6

Untuk bagian 2 di atas menunjukkan bahwa kendala yang aktif berada pada baris 2 dan 7 dengan nilai *Dual Prices*nya sebesar 1. Nilai ini menunjukkan bahwa pengurangan setiap unit nilai ruas kanan pada kendala-kendala tersebut akan menyebabkan nilai fungsi tujuan bertambah sebesar 1. Sedangkan untuk kendala yang nilai sama dengan nol menunjukkan bahwa sumber daya tersebut berstatus kendala tidak aktif atau berlebih, dimana penambahan atau pengurangan persediaan pada sumber daya tidak akan mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Bagian 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
U1	39730.000000	0.000000	0.000000
U2	254.000000	0.000000	INFINITY
U3	1155.000000	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000	0.000000
V2	0.000000	0.000000	INFINITY
V3	0.000000	0.000000	0.000000
V4	0.000000	0.000000	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1.000000	INFINITY	1.000000
3	0.000000	0.016210	-0.004600
4	0.000000	INFINITY	0.172114
5	0.000000	INFINITY	0.557086
6	0.000000	INFINITY	0.450494
7	0.000000	-0.003672	0.008480
8	0.000000	0.016926	-0.018549
9	0.000000	0.105459	INFINITY
10	0.000000	0.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000001	INFINITY
12	0.000000	0.000000	INFINITY
13	0.000000	0.000000	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	0.000880	INFINITY

Bagian ketiga ini merupakan uji sensitivitas dari solusi optimal yang telah dihasilkan oleh program *LINDO*. Uji ini sangat berguna untuk perbaikan model karena dengan informasi yang ada, model yang telah diperoleh dapat dianalisis lagi sehingga akan didapat solusi yang lebih optimal dari solusi sebelumnya. Berikut adalah informasi yang diperoleh dari uji sensitivitas di atas.

a. *Obj Coefficient Ranges*

Obj Coefficient Ranges adalah suatu daerah yang memuat nilai koefisien dari masing-masing variabel keputusan dimana terdapat batas interval perubahan nilai yang diperbolehkan, agar solusi yang sebelumnya telah dihasilkan tetap optimal. Kolom *Current Coef* menunjukkan nilai koefisien dari variabel $u_1 = 39730.000000$, $u_2 = 254.000000$, $u_3 = 1155.000000$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$, $v_3 = 0$, $v_4 = 0$. Sedangkan pada kolom *Allowable Increase* tidak ada *infinity* yang dimana batasan penambahan maksimum sebesar 0. Nilai masing-masing batasan berbeda untuk setiap peubahnya. Misalnya, peubah U_2 memiliki batasan untuk menaikkan koefisien sebesar 0 dan tidak memiliki batasan untuk menurunkan koefisien.

b. *Righthand Side Ranges*

Kolom *Current RHS* terdiri dari Nilai Ruas Kanan (NRK) masing-masing variabel keputusan. *Allowable Increase* untuk kendala 1, 3, 4, dan 5 adalah *infinity*, ini berarti penambahan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas penambahan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

a. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.016210 pada nilai *dual price* 0.

- b. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal -0.003672 pada nilai *dual price* 1.
- c. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.016926 pada nilai *dual price* 0.
- d. NRK kendala 8 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.105459 pada nilai *dual price* 0.
- e. NRK kendala 9 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
- f. NRK kendala 10 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000001 pada nilai *dual price* 0.
- g. NRK kendala 11 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
- h. NRK kendala 12 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
- i. NRK kendala 13 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
- j. NRK kendala 14 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000880 pada nilai *dual price* 0.

Allowable Decrease untuk kendala 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 adalah *infinity*, ini berarti pengurangan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas pengurangan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

- a. NRK kendala 1 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
- b. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal -0.004600 pada nilai *dual price* 0.
- c. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.172114 pada nilai *dual price* 0.
- d. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.557086 pada nilai *dual price* 0.
- e. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.450494 pada nilai *dual price* 0.

- f. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.008480 pada nilai *dual price* 1.
- g. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal -0.018549 pada nilai *dual price* 0.

Tabel 4. 8 Data Bobot Variabel Puskesmas Blang Mangat

	Output			Input			
U1	U2	U3	V1	V2	V3	V4	
0	0	0.000880	0.105459	0	0.000001	0	

6. *Linear Programming* Bobot Puskesmas Blang Cut

$$\text{Max } 25398u_1 + 125u_2 + 1124u_3 + 0v_1 + 0v_2 + 0v_3 + 0v_4$$

subject to

$$7v_1 + 9v_2 + 189585v_3 + 42v_4 = 1$$

$$54235u_1 + 1167u_2 + 1168u_3 - 7v_1 - 21v_2 - 210405v_3 - 143v_4 \leq 0$$

$$28124u_1 + 417u_2 + 1182u_3 - 9v_1 - 12v_2 - 198331v_3 - 94v_4 \leq 0$$

$$89766u_1 + 1167u_2 + 1258u_3 - 15v_1 - 20v_2 - 35075v_3 - 103v_4 \leq 0$$

$$79135u_1 + 395u_2 + 1220u_3 - 10v_1 - 12v_2 - 343774v_3 - 89v_4 \leq 0$$

$$39730u_1 + 254u_2 + 1155u_3 - 7v_1 - 17v_2 - 206268v_3 - 58v_4 \leq 0$$

$$25398u_1 + 125u_2 + 1124u_3 - 7v_1 - 9v_2 - 189585v_3 - 42v_4 \leq 0$$

$$v_1 \geq 0$$

$$v_2 \geq 0$$

$$v_3 \geq 0$$

$$v_4 \geq 0$$

$$u_1 \geq 0$$

$$u_2 \geq 0$$

$$u_3 \geq 0$$

end

Output yang dihasilkan dari program *LINDO* untuk pemecahan model matematika diatas adalah seperti di bawah ini

Bagian 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

1) 1.000000

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000000	0.000000
U3	0.000890	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000000	0.000000
V3	0.000003	0.000000
V4	0.009810	0.000000

Nilai fungsi objektif (*Objective Function Value*) yang ditunjukkan oleh *output* program *LINDO* adalah 1. Nilai tersebut merupakan hasil maksimum berdasarkan Puskesmas Blang Cut dimana nilai bobotnya $u_1 = 0.000000$, $u_2 = 0.000000$, $u_3 = 0.000890$, $v_1 = 0.000000$, $v_2 = 0.000000$, $v_3 = 0.000003$, $v_4 = 0.009810$. Nilai dari *Reduced Cost* sangat berarti jika variabel keputusan yang bersangkutan bernilai 0 (nol), karena fungsi dari *Reduced Cost* adalah untuk menunjukkan berapa banyak biaya per unit dari suatu variabel dapat dikurangi agar solusi optimal yang diperoleh dari variabel tersebut bernilai positif. Berdasarkan *output* diatas, nilai variabel keputusannya tidak ada yang bernilai nol, sehingga *Reduced Cost* juga bernilai nol.

Bagian 2

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	1.016241	0.000000
4)	0.485646	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.853864	0.000000
7)	0.181121	0.000000
8)	0.000000	1.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000003	0.000000
12)	0.009810	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000890	0.000000

NO. ITERATIONS = 3

Untuk bagian 2 di atas menunjukkan bahwa kendala yang aktif berada pada baris 2 dan 8 dengan nilai *Dual Prices*nya sebesar 1. Nilai ini menunjukkan bahwa pengurangan setiap unit nilai ruas kanan pada kendala-kendala tersebut akan menyebabkan nilai fungsi tujuan bertambah sebesar 1. Sedangkan untuk kendala yang nilai sama dengan nol menunjukkan bahwa sumber daya tersebut berstatus kendala tidak aktif atau berlebih, dimana penambahan atau pengurangan persediaan pada sumber daya tidak akan mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Bagian 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
U1	25398.000000	0.000000	INFINITY
U2	125.000000	0.000000	INFINITY
U3	1124.000000	INFINITY	0.000000
V1	0.000000	0.000000	INFINITY
V2	0.000000	0.000000	INFINITY
V3	0.000000	384071.718750	0.000000
V4	0.000000	0.000000	0.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1.000000	INFINITY	1.000000
3	0.000000	INFINITY	1.016241
4	0.000000	INFINITY	0.485646
5	0.000000	0.923804	1.333164
6	0.000000	INFINITY	0.853864
7	0.000000	INFINITY	0.181121
8	0.000000	0.205127	0.834698
9	0.000000	0.000000	INFINITY
10	0.000000	0.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000003	INFINITY
12	0.000000	0.009810	INFINITY
13	0.000000	0.000000	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	0.000890	INFINITY

Bagian ketiga ini merupakan uji sensitivitas dari solusi optimal yang telah dihasilkan oleh program *LINDO*. Uji ini sangat berguna untuk perbaikan model karena dengan informasi yang ada, model yang telah diperoleh dapat dianalisis lagi sehingga akan didapat solusi yang lebih optimal dari solusi sebelumnya. Berikut adalah informasi yang diperoleh dari uji sensitivitas di atas.

a. *Obj Coefficient Ranges*

Obj Coefficient Ranges adalah suatu daerah yang memuat nilai koefisien dari masing-masing variabel keputusan dimana terdapat batas interval perubahan nilai yang diperbolehkan, agar solusi yang sebelumnya telah dihasilkan tetap optimal. Kolom *Current Coef* menunjukkan nilai koefisien dari variabel $u_1 = 25398.000000$, $u_2 = 125.000000$, $u_3 = 1124,000000$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$, $v_3 = 0$, $v_4 = 0$. Sedangkan pada kolom *Allowable Increase* terdapat *infinity* pada penambahan koefisien. Nilai masing-masing batasan berbeda untuk setiap peubahnya. Misalnya, peubah U_3 tidak memiliki nilai batasan untuk menaikkan koefisiennya dan memiliki batasan untuk menurunkan koefisien sebesar 0.

b. *Righthand Side Ranges*

Kolom *Current RHS* terdiri dari Nilai Ruas Kanan (NRK) masing-masing variabel keputusan. *Allowable Increase* untuk kendala 1, 2, 3, 5 dan 6 adalah *infinity*, ini berarti penambahan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas penambahan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

1. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.923804 pada nilai *dual price* 0.

2. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.205127 pada nilai *dual price* 1.
3. NRK kendala 8 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
4. NRK kendala 9 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
5. NRK kendala 10 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000003 pada nilai *dual price* 0.
6. NRK kendala 11 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.009810 pada nilai *dual price* 0.
7. NRK kendala 12 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
8. NRK kendala 13 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000000 pada nilai *dual price* 0.
9. NRK kendala 14 hanya dapat dilakukan penambahan maksimal 0.000890 pada nilai *dual price* 0.

Allowable Decrease untuk kendala 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 adalah *infinity*, ini berarti pengurangan nilai NRK berapapun untuk kendala tersebut akan tetap valid. Untuk batas pengurangan nilai NRK kendala yang lain dapat dilihat di bawah ini.

- a. NRK kendala 1 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.000000 pada nilai *dual price* 1.
- b. NRK kendala 2 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.016241 pada nilai *dual price* 0.
- c. NRK kendala 3 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.485646 pada nilai *dual price* 0.
- d. NRK kendala 4 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 1.333164 pada nilai *dual price* 0.
- e. NRK kendala 5 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.853864 pada nilai *dual price* 0.

- f. NRK kendala 6 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.181121 pada nilai *dual price* 0.
- g. NRK kendala 7 hanya dapat dilakukan pengurangan maksimal 0.834698 pada nilai *dual price* 0.

Tabel 4. 9 Data Bobot Variabel Puskesmas Blang Cut

Output			Input			
U1	U2	U3	V1	V2	V3	V4
0	0	0.000890	0	0	0.000003	0.009810

Dari hasil perhitungan rasio bobot menggunakan linear programming metode simplek maka di dapat nilai bobot setiap DMU. Adapun rasio bobot setiap DMU tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Data Bobot Variabel

Tipe	Nama Variabel	BOBOT					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
V1	Tenaga Medis	0.060 239	0.023 948	0	0	0.105 459	0
V2	Posyandu Aktif	0	0.058 010	0	0	0	0
V3	Stok Obat	0.000 003	0	0.000 029	0	0.000 001	0.000 003
V4	Perawat	0	0	0	0.010 708	0	0.009 810
U1	Rawat Jalan	0	0	0	0.000 009	0	0
U2	Imunisasi Dasar Lengkap	0.000 857	0.000 651	0.000 857	0	0	0
U3	Nilai Kepuasan	0	0.000 616	0	0.000211	0.000880	0.000 890

7. Menghitung *Virtual Input* dan *Output*

Setelah bobot masing-masing variabel DMU didapat, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai

virtual input dan output, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut;

a. *Virtual Input dan Output* Puskesmas Banda Sakti

Input

$$= 0.060239(7) + 0(21) + 0.000003 (210405) + 0(143)$$

$$= 0.421673 + 0 + 0.631215+0$$

$$= 1$$

Output

$$= 54235(0) + 1167 (0.000857)+ 1168 (0)$$

$$= 0 + 1.000119 + 0$$

$$= 1$$

b. *Virtual Input dan Output* Puskesmas Mongeudong

Input

$$= 9 (0.023948) + 12 (0.058010) + 198331 (0) + 94 (0)$$

$$= 0.215532 + 0.69612+0 + 0$$

$$= 1$$

Output

$$=28124(0) + 417(0.000651) + 1182 (0.000616)$$

$$= 0 + 0.271467+0.728112$$

$$= 1$$

c. *Virtual Input dan Output* Puskesmas Muara Dua

Input

$$= 15(0) + 20 (0) + 350750(0.000029) + 103 (0)$$

$$= 0 + 0 + 10.17175 + 0$$

$$=1$$

Output

$$=89766 (0) + 1167 (0.000857) + 1258 (0)$$

$$= 0 + 1.000119+ 0$$

$$= 1$$

d. *Virtual Input dan Output* Puskesmas Muara Satu

Input

$$= 10 (0) + 12 (0) + 343774 (0) + 89 (0.010708)$$

$$= 0 + 0 + 0 + 0.953012$$

$$= 1$$

$$\begin{aligned}
&\text{Output} \\
&= 79135 (0.000009) + 395 (0) + 1220 (0.000211) \\
&= 0.712215 + 0 + 0.2574 \\
&= 1
\end{aligned}$$

e. Virtual Input dan Output Puskesmas Blang Mangat

$$\begin{aligned}
&\text{Input} \\
&= 7 (0.105459) + 17 (0) + 206268 (0.000001) + 58 (0) \\
&= 0.738213 + 0 + 0.206268 + 0 \\
&= 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Output} \\
&= 39730 (0) + 254 (0) + 1155 (0.000880) \\
&= 0 + 0 + 1.0164 \\
&= 1
\end{aligned}$$

f. Virtual Input dan Output Puskesmas Blang Cut

$$\begin{aligned}
&\text{Input} \\
&= 7 (0) + 9 (0) + 189585 (0.000003) + 42 (0.009810) \\
&= 0 + 0 + 0.568755 + 0.41202 \\
&= 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Output} \\
&= 25398 (0) + 125 (0) + 1124 (0.000890) \\
&= 0 + 0 + 1.00036 \\
&= 1
\end{aligned}$$

8. Menghitung Nilai Efisiensi

Nilai efisiensi di hitung menggunakan rumus sebagai berikut;

$$Efisiensi = \frac{\text{Virtual Output}}{\text{Virtual Input}} = \frac{\sum_{i=1}^I u_i x_i}{\sum_{j=1}^J v_j y_j}$$

Berikut ini adalah perhitungan efisiensi dari setiap Puskesmas;

$$Efisiensi D1 = \frac{1}{1} = 1$$

$$Efisiensi D2 = \frac{1}{1} = 1$$

$$Efisiensi D3 = \frac{1}{1} = 1$$

$$Efisiensi D4 = \frac{1}{1} = 1$$

$$Efisiensi D5 = \frac{1}{1} = 1$$

$$Efisiensi D6 = \frac{1}{1} = 1$$

Dari hasil perhitungan nilai rasio efisiensi maka dapat diketahui masing – masing DMU yang memiliki nilai efisiensi, nilai rasio efisiensi < 1 merupakan DMU yang tidak efisien. Adapun hasil perhitungan rasio efisiensi dapat di lihat pada table berikut:

Tabel 4. 11 Rasio Efisiensi

Kode	DMU	Rasio Efisiensi	Status
D1	puskesmas banda sakti	1	Efisien
D2	puskesmas mongeudong	1	Efisien
D3	puskesmas muara dua	1	Efisien
D4	puskesmas muara satu	1	Efisien
D5	puskesmas blang mangat	1	Efisien
D6	puskesmas blang cut	1	Efisien

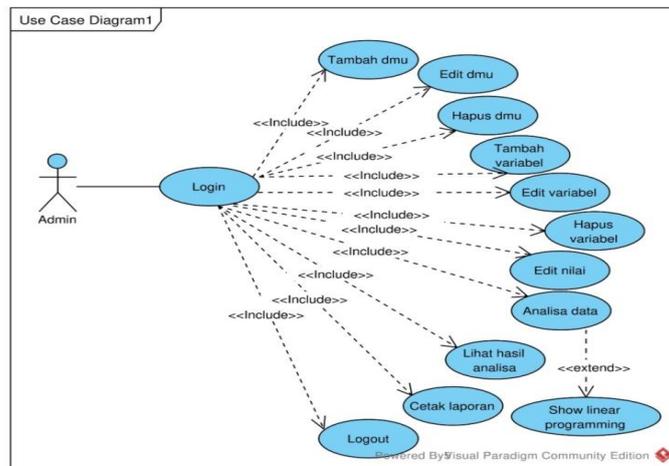
C. Manajemen Basis Model

Sistem ini didesain menggunakan UML untuk menjelaskan proses sistem secara visual agar mudah dimengerti bagaimana sistem ini bekerja. Desain ini nantinya akan sangat membantu dalam implementasi ke bahasa pemograman.

1. Use Case Diagram

Use case digunakan untuk mengetahui fungsi – fungsi yang ada di dalam sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsional itu. *Use Case Diagram* ini akan menjelaskan apa-apa fungsi yang akan dikerjakan oleh sistem. Oleh karena itu *Use Case Diagram* akan mempresentasikan bagaimana interaksi antara user atau admin dengan sistem. Berikut Diagram *use case* untuk sistem tingkat efisiensi puskesmas dengan menggunakan metode DEA.

Gambar 4. 1 Use Case Diagram:

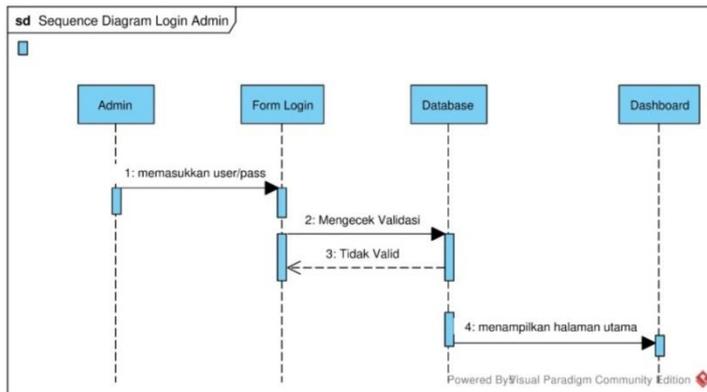


2. Sequence Diagram

Sequence diagram yaitu penggambaran kolaborasi antara objek dari kelas-kelas yang ada serta pesan dan jawaban yang diterima atau dikirim oleh objek. oleh karena itu untuk menggambar *sequence diagram* maka harus diketahui objek-objek yang terlibat di dalam sebuah *use case* beserta metode-metode yang dimiliki kelas yang diinstansikan menjadi objek tersebut, membuat diagram ini juga dibutuhkan untuk melihat skenario yang ada pada *use case diagram*. Pada sistem ini *sequence diagram* terdiri dari beberapa bagian, yaitu sebagai berikut:

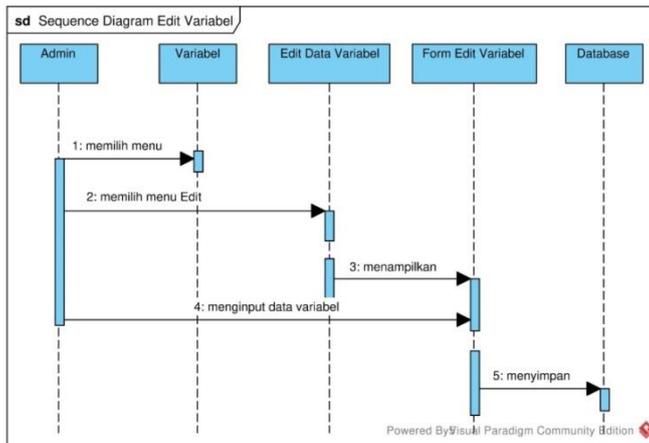
a. *Sequence Diagram Login Admin*

Admin membuka sistem, kemudian sistem akan menampilkan halaman *login*, kemudian admin melakukan *login* dengan *username* dan *password*. Setelah admin memasukkan data *login*, sistem akan memvalidasi data login operator pada basis data, jika data login admin salah, maka admin harus memasukkan ulang data login admin. Jika data sesuai maka sistem akan masuk ke halaman dashboard. Berikut gambar *Sequence Diagram Login Admin*.



Gambar 4.2 *Sequence Diagram Login Admin*

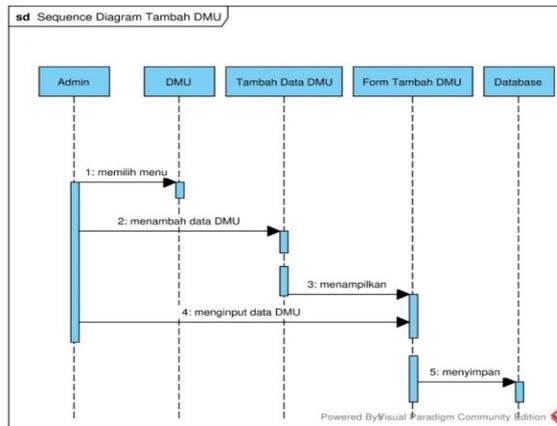
b. *Sequence Diagram Edit Variabel*



Gambar 4.3 *Sequence Diagram Edit Variabel*

Diagram Sequence edit variabel di atas menunjukkan jalannya proses admin untuk mengedit data variabel apabila ada kesalahan dalam memasukkan data variabel. Setelah dilakukan pengeditan, data disimpan. Maka data yang sebelumnya akan berubah setelah diedit.

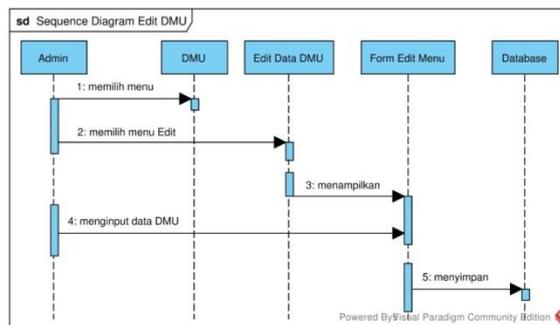
c. Sequence Diagram Tambah Variabel



Gambar 4. 4 Sequence Diagram Tambah Variabel

Diagram sequence tambah variabel di atas menunjukkan jalannya proses untuk melihat bagaimana proses penambahan data variabel. Di mana admin akan memasukkan variabel-variabel DMU yang akan diuji efisiensinya.

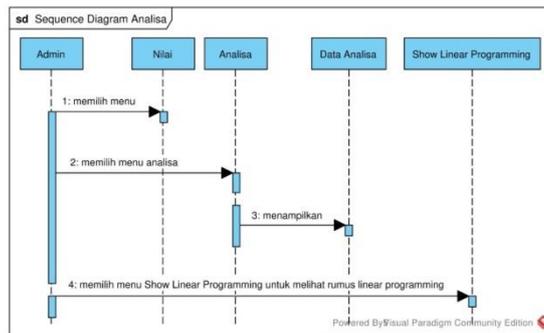
d. Sequence Diagram Edit DMU



Gambar 4. 5 Sequence Diagram Edit DMU

Diagram sequence tambah variabel di atas menunjukkan jalannya proses untuk melihat bagaimana proses mengedit data DMU. Setelah admin memilih tombol edit, maka admin akan mengubah data DMU yang diinginkan. Setelah itu Admin akan menekan tombol simpan untuk menyimpan data yang sudah diperbaharui.

e. Sequence Diagram Analisis



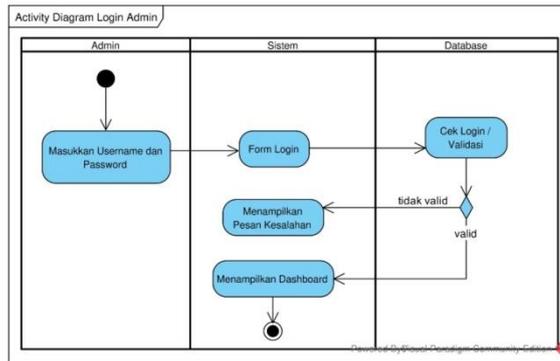
Gambar 4. 6 *Sequence Diagram Analisis*

Diagram Sequence diatas memnunjukkan proses admin melakukan proses perhitungan dengan menggunakan metode DEA. Dimana setelah admin memilih menu nilai, lalu menekan tombol Analisis, maka akan ditampilkan hasil dari metode DEA dan dapat melihat detail *show linear programming*.

3. *Activity Diagram*

Activity diagram atau diagram aktivitas menggambarkan *work flow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem maupun proses menu yang ada pada perangkat lunak. Berikut *Activity diagram* pada aplikasi sistem tingkat efisiensi puskesmas dengan menggunakan metode DEA.

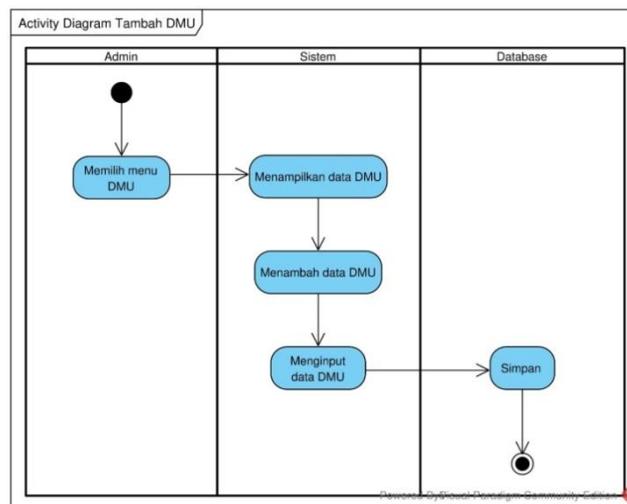
a. Activity Diagram Login Admin



Gambar 4.7 Activity Diagram Login Admin

Sistem menampilkan halaman login. Kemudian admin melakukan login sebagai admin. sistem akan memvalidasi data login pada basis data, jika data login admin salah, maka admin harus memasukkan ulang data login admin. Jika data sesuai maka sistem akan masuk ke halaman dashboard.

b. Activity Diagram Tambah DMU

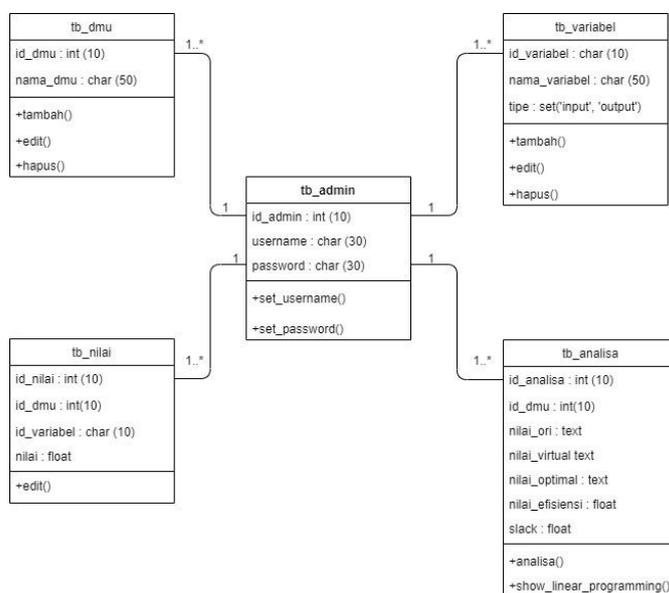


Gambar 4.8 Activity Diagram Tambah DMU

Pada proses ini admin akan memilih menu DMU, setelah itu sistem akan menampilkan halaman data yang akan dimasukkan di dalam sistem. Setelah itu, admin akan menambahkan data DMU lalu sistem akan menginput data ke dalam database. Database akan menyimpan data DMU yang telah dimasukkan.

4. Class Diagram

Class diagram digunakan untuk menampilkan beberapa kelas yang ada di dalam sistem yang sedang dibangun. Class diagram menunjukkan hubungan antar kelas di dalam sistem dan bagaimana mereka berkolaborasi untuk mencapai suatu tujuan.



Gambar 4. 9 Class Diagram

5. Manajemen Basis Data

Dalam pembuatan aplikasi diperlukan sebuah basis data yang digunakan sebagai sumber data untuk kemudian disimpan di dalam server. *Database server* yang digunakan adalah *phpmyadmin*. hasil dan pembahasan

dari pembuatan basis data dalam aplikasi dapat dilihat pada berikut ini;



Gambar 4. 10 Database aplikasi

Berikut ini merupakan definisi dari tabel-tabel yang berada di dalam database aplikasi

a. Tabel *admin*

Pada tabel ini terdapat atribut dari *admin* yang terdiri dari *id_user*, *username*, dan *password*. *Id_user* sebagai *id user* dari *admin*, *username* berfungsi sebagai nama untuk kita masuk pada aplikasi, contoh data (*admin*). Sedangkan *password* berfungsi sebagai kata sandi untuk memasuki web , contoh data (*admin123*).

Tabel 4. 12 Tabel *Admin*

No	Nama	Type	Width	Keterangan
1	<i>id_user</i>	Int	10	Primary key
2	<i>username</i>	Varchar	30	-
3	<i>password</i>	Varchar	30	-

b. Tabel Analisis

Pada tabel ini terdapat attribut dari Analisis, dimana attributnya itu antara lain; *id_Analisis*, *id_dmu*, *nilai_ori*, *nilai_virtual*, *nilai_optimal*, *nilai_efisiensi*, dan *slack*. *Id_Analisis* berfungsi sebagai identitas Analisis, dan juga *id_Analisis* sebagai *primery key*, sedangkan

id_dmu berfungsi sebagai identitas dmu yang telah dimasukkan sebelumnya. Nilai_ori adalah data setiap dmu yang akan dimasukkan. Nilai virtual adalah hasil bobot yang dimana hasil dari nilai ori yang sudah perhitungkan dengan metode. Nilai efisiensi adalah nilai yang didapat dari nilai hasil nilai virtual.

Tabel 4. 13 Tabel Analisis

No	Nama	Type	Width	Keterangan
1	id_Analisis	int	10	Primary Key
2	id_dmu	int	10	-
3	nilai_ori	text	-	-
4	nilai_virtual	text	-	-
5	nilai_optimal	text	-	-
6	nilai_efisiensi	float	-	-
7	slack	float	-	-

c. Tabel DMU

Pada tabel ini terdapat attribut dari DMU, yaitu id_dmu dan nama_dmu. Id_dmu berfungsi sebagai identitas dari DMU yang akan dimasukkan data pada web, juga id_dmu sebagai *primery key*. Sedangkan nama_dmu berfungsi untuk mengetahui nama dari DMU tersebut.

Tabel 4. 14 Tabel DMU

No	Nama	Type	Width	Keterangan
1	id_dmu	int	10	Primary Key
2	nama_dmu	Varchar	50	

d. Tabel Nilai

Pada tabel ini terdapat attribut dari nilai, yaitu id_nilai, id_dmu, id_variabel, nilai. Id_nilai berfungsi sebagai identitas nilai, juga sebagai *primery key*. Id_dmu adalah identitas DMU yang telah dimasukkan pada data DMU. Id_variabel adalah identitas variabel yang telah

dimasukkan sebelumnya pada data variabel. Nilai adalah nilai yang terdapat pada variabel yang terdapat di setiap DMU.

Tabel 4. 15 Tabel Nilai

No	Nama	Type	Width	Keterangan
1	id_nilai	Int	10	Primary Key
2	id_dmu	Int	10	-
3	id_variabel	Varchar	10	-
4	nilai	float	-	-

e. Tabel Variabel

Pada tabel ini terdapat atribut dari variabel, yaitu id_variabel, nama_variabel dan tipe. Id_variabel berfungsi sebagai identitas dari setiap variabel tersebut dan juga sebagai *primary key*. Nama_variabel adalah nama dari setiap id_variabel. Sedangkan tipe adalah menunjukkan variabel tersebut bertipe *input* atau *output*.

Tabel 4. 16 Tabel Variabel

No	Nama	Type	Width	Keterangan
1	id_variabel	Varchar	10	Primary Key
2	nama_variabel	Varchar	50	
3	tipe	set('input','output')	-	

D. Pembahasan

Pada bagian ini, akan membahas berbagai proses dari penelitian yang dilakukan dari data sebenarnya, dimana sistem akan diuji dengan mengimplementasikan rancangan desain program menggunakan bahasa pemrograman. Perancangan sistem ini berawal dari Analisis kebutuhan dan masalah-masalah yang ada hingga menemukan solusi praktis menggunakan metode dan algoritma komputer, mendesain proses-proses yang akan dilakukan nanti, implementasi dan pengujian sistem.

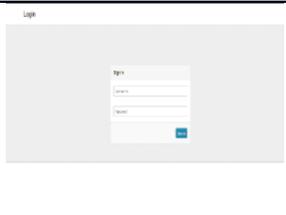
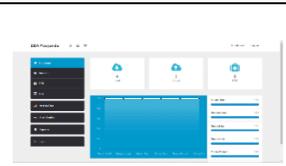
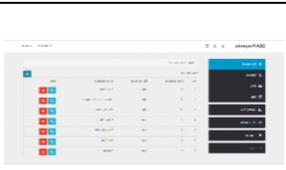
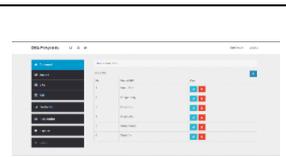
E. Pengujian Sistem

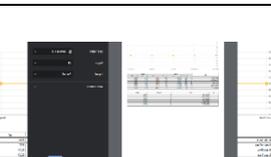
Pengujian merupakan proses yang bertujuan untuk memastikan apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Ada 2 jenis pengujian yang dapat dilakukan pada tahapan ini, yaitu

1. *White-box testing*

White-box testing berfokus pada struktur control program untuk memastikan bahwa semua statemen pada program telah di eksekusi paling tidak satu kali selama pengujian dan bahwa semua kondisi logis telah diuji.

Tabel 4. 17 White-box testing

No	Aksi	Hasil yang diterima	Hasil yang diterima	Screenshoot hasil pengujian sistem
1	Memulai dengan membuka sistem tingkat efisiensi Puskesmas	Menampilkan halaman <i>login</i>	Valid	
2	Menekan menu dashboard	Menampilkan grafik dan jumlah <i>input</i> dan <i>output</i>	Valid	
3	Menekan <i>list</i> menu variabel	Menampilkan <i>list</i> kode variabel, tipe variabel, dan nama variabel	Valid	
4	Menekan <i>list</i> menu DMU	Menampilkan <i>list</i> nama DMU dan aksi	Valid	
5	Menekan <i>list</i> menu nilai	menampilkan <i>list</i> DMU, <i>input</i> , <i>output</i> , <i>action</i> .	Valid	

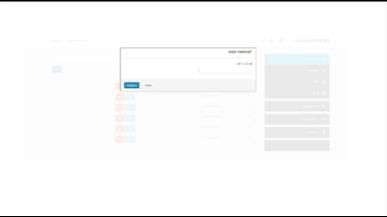
6	Menekan <i>list</i> menu Analisis DEA	Menampilkan <i>list</i> Analisis DEA beserta <i>linear programming</i>	Valid	
7	Menekan <i>list</i> menu hasil Analisis	Menampilkan <i>list</i> hasil dari Analisis	Valid	
8	Menekan <i>list</i> menu laporan	Menampilkan <i>list</i> laporan untuk dicetak	Valid	
9	Menekan menu <i>download PDF</i> pada menu laporan	laporan akan terdownload dalam <i>format PDF</i>	Valid	

2. Black-box testing

Black-box testing berfokus pada domain informasi dari perangkat lunak, dengan melakukan *test case* dengan mempartisi domain *input* dari suatu program dengan cara yang memberikan cakupan pengujian yang mendalam.

Tabel 4. 18 *Black-box testing*

No	Aksi	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diterima	Screenshot Program
1	Menginput <i>username</i> dan <i>password</i> benar	Menampilkan halaman Dashboard	Valid	
2	Menekan button simpan pada form tambah data variable	Menyimpan data yang diinputkan	Valid	

3	Menekan button simpan pada form tambah data DMU	Menyimpan data yang akan diinputkan	Valid	
4	Menekan button hapus pada form tambah variabel	Menghapus data	Valid	
5	Menekan button hapus pada form tambah data DMU	Menghapus Data	Valid	

F. Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahap penerapan yang akan dilakukan jika sistem disetujui termasuk program yang telah dibuat pada tahap perancangan sistem agar siap untuk dioperasikan. Pada tahap ini dibahas mengenai gambaran dari sistem yang telah dibuat yang disertai dengan tampilan yang akan digunakan oleh si pengguna.

1. Implementasi perangkat lunak

Implementasi perangkat lunak spesifikasi perangkat lunak minimum yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem adalah sebagai berikut:

- a. Microsoft Windows 10 Pro
- b. Microsoft Office 2016
- c. Google Chrome
- d. XAMPP V 3.2.4
- e. Sublime text

2. Implementasi perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem adalah sebagai berikut:

- a. Processor Intel Core i3 CPU M370, 2.40GHz
- b. HDD 500GB
- c. RAM 4 GB

G. Implementasi Antar Muka

Implementasi sistem pada tahap ini melanjutkan konstruksi aplikasi (Construction) dari metode prototype yaitu implementasi dari perancangan sistem yang telah didefinisikan sebelumnya. Tampilan program akan digunakan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat lunak yang dibangun. Implementasi sistem digunakan sebagai tolak ukur pengujian dari hasil program yang sudah dibuat untuk pembangunan sistem.

1. Halaman Login

Implementasi sistem pada tahap ini melanjutkan konstruksi aplikasi (Construction) dari metode prototype yaitu implementasi dari perancangan sistem yang telah didefinisikan sebelumnya. Tampilan program akan digunakan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat lunak yang dibangun. Implementasi sistem digunakan sebagai tolak ukur pengujian dari hasil program yang sudah dibuat untuk pembangunan sistem.

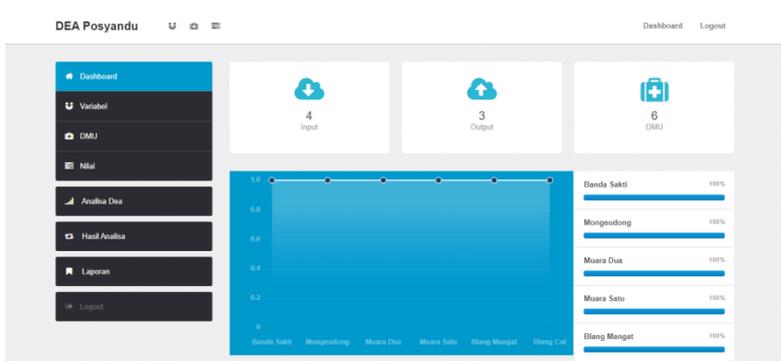


Gambar 4. 11 Halaman *Login*

2. Halaman *Dashboard*

Halaman *Dashboard* adalah halaman yang muncul ketika admin sukses login kedalam sistem. Halaman *Dashboard* ini berisi beberapa halaman form yaitu form master berisi beberapa menu yaitu menu kriteria dan atribut, halaman form data yaitu ada menu variabel, menu DMU, menu nilai, menu Analisis Dea, menu hasil Analisis, laporan dan *logout*. Pada dashboard terdapat tampilan jumlah input, jumlah output, jumlah DMU, grafik efisiensi setiap DMU, dan juga bagan persenan dari setiap DMU.

Pada menu variabel akan menginput data-data variabel setiap DMU. Apabila admin ingin menginput data DMU, maka admin akan mengklik menu DMU. Jika admin ingin menginput nilai-nilai dari setiap DMU maka admin akan mengklik menu nilai. Setelah admin memasukkan data pada menu variabel, menu DMU dan juga nilai, maka kita beralih ke menu Analisis DEA. Menu Analisis DEA tempat dimana proses metode dilakukan. Pada menu Analisis DEA ini bentuk hasil perhitungan dengan metode DEA dari setiap data yang dimasukkan oleh admin dan juga perhitungan *linear programming*. Pada menu hasil Analisis, akan diperlihatkan hasil dari Analisis pada data yang telah dimasukkan. Dimana hanya hasil akhir dari perhitungan data yang dilakukan di menu Analisis dea.

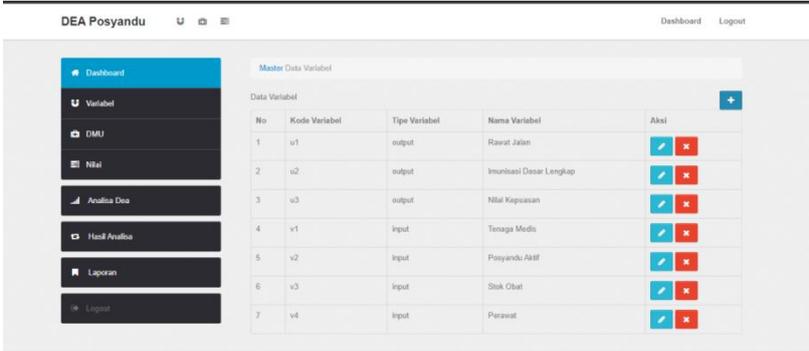


Gambar 4.12 Dashboard

3. Halaman Variabel

Pada tabel variabel terdapat no, kode variabel, tipe variabel, nama variabel dan aksi. Dimana kode variabel berfungsi sebagai identitas dari variable yang akan diinput. Tipe variabel berfungsi untuk membedakan variabel tersebut masuk dalam kategori input atau output. Sedangkan nama variabel merupakan nama dari setiap identitas kode variabel. Terdapat juga tabel aksi, di mana tabel aksi ini berisi perintahan edit dan hapus.

Di mana aksi edit untuk mengedit data – data yang dimasukkan admin apabila sewaktu - waktu terdapat perubahan data. Sedangkan aksi hapus untuk menghapus data yang tidak diinginkan oleh admin. Dan juga terdapat button tambah, dimana button tambah berfungsi untuk menambahkan data – data atau menginput data pada menu variabel.



The screenshot shows the 'Master Data Variabel' page. On the left is a sidebar menu with options: Dashboard, Variabel, DMU, Nilai, Analisa Data, Hasil Analisa, Laporan, and Logout. The main content area is titled 'Master Data Variabel' and contains a table with the following data:

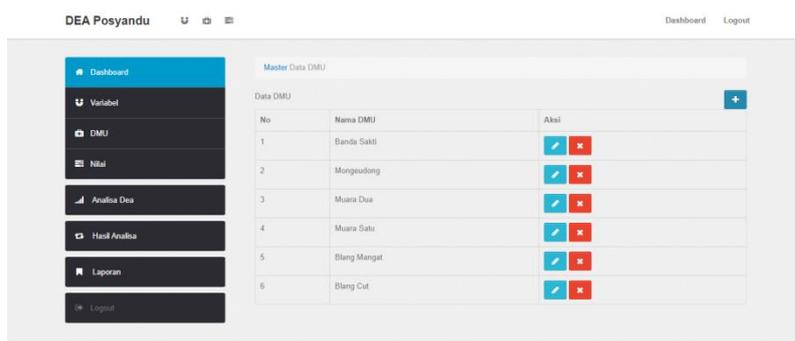
No	Kode Variabel	Tipe Variabel	Nama Variabel	Aksi
1	v1	output	Rawat Jalan	[Edit] [Hapus]
2	v2	output	Imunisasi Dasar Lengkap	[Edit] [Hapus]
3	v3	output	Nilai Keputusian	[Edit] [Hapus]
4	v1	input	Tenaga Medis	[Edit] [Hapus]
5	v2	input	Posyandu Aktif	[Edit] [Hapus]
6	v3	input	Stok Obat	[Edit] [Hapus]
7	v4	input	Perawat	[Edit] [Hapus]

Gambar 4. 13 Halaman Variabel

4. Halaman DMU

Pada halaman DMU terdapat tabel nama DMU, button tambah, aksi edit dan hapus. Dimana pada tabel nama DMU untuk mengetahui setiap nama-nama DMU. Sedangkan button tambah berfungsi untuk menambahkan data-data DMU. Pada aksi edit, data yang telah ditambahkan dapat diedit apabila data yang dimasukkan

salah. Pada aksi hapus berfungsi untuk menghapus data yang sudah tidak diperlukan lagi.



Gambar 4. 14 Halaman DMU

5. Halaman Nilai

Pada halaman menu nilai, terdapat tampilan tabel no, DMU, input, output, dan aksi edit. Dimana data DMU diambil dari menu DMU. Data input dan output otomatis akan terisi pada halaman nilai, karena data antar setiap menu pada halaman terhubung. Pada aksi edit dan tambah data dijadikan satu aksi. Pada aksi ini dapat digunakan sebagai penambahan maupun pengeditan data. Pada menu nilai tidak ada button hapus, itu dikarenakan data nilai akan terhapus apabila data DMU dan variabel terhapus pada halaman menu variabel dan menu DMU.

Data-data yang akan dimasukkan tidak boleh tertukar antara input maupun output. Pada halaman ini, akan terlihat perbedaan data input dan output, pengguna tidak akan kebingungan melakukan penginputan data. Data-data ini akan di proses ke halaman selanjutnya dengan metode yang telah ditentukan. Maka dari itu, data-data yang dimasukkan data yang sesuai dalam penelitian untuk mendapatkan hasil yang baik.

DEA Posyandu Nilai Logout

Master Data Nilai

No.	DMU	Input				Output			Aksi
		Tinggi Badan	Proyeksi Berat	Stak Obat	Prevalen	Revisi Jarak	Insulin Dosis Panjang	Misi Kesehatan	
1	Banda Sakti	1	21	21400	140	94200	1007	1100	Edit
2	Mengandung	0	12	10000	04	20004	417	1102	Edit
3	Mura-Dua	10	20	20010	100	80100	1007	1004	Edit
4	Mura-Satu	10	10	10010	00	70100	000	1000	Edit
5	Bintang	1	17	10000	00	20000	004	1100	Edit
6	Bintang	1	0	10000	00	20000	000	1004	Edit

Gambar 4. 15 Halaman Nilai

6. Halaman Analisis Dea

Pada halaman menu Analisis Dea, tampilannya tidak jauh berbeda dengan tampilan menu nilai. Data-data yang terdapat di menu nilai akan diproses pada menu Analisis Dea. Di mana terdapat *button* Analisis, ketika *admin* atau pengguna mengklik *button* tersebut akan tampil hasil Analisis. Terdapat setiap variabel memiliki bobot yang berbeda satu sama lain. Pada proses ini akan diketahui hasil bobot dan hasil akhir dari setiap DMU dan juga menunjukkan *linear programming* dari setiap DMU

Analisa DMU Banda Sakti

Hasil Analisa

v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	Penalti Efisiensi
0	0.00000000	0	0.00000000	0	0	0.00000000	1

Analisa Nilai Optimal

Nilai Optimal v1	Nilai Optimal v2	Nilai Optimal v3	Nilai Optimal v4	Nilai Optimal v5	Nilai Optimal v6	Nilai Optimal v7

DMU sudah memiliki nilai optimal

Solution

Optimal Solution: z = 1; v1 = 0, v2 = 0.000056898, v3 = 0, v4 = 0.02909899, v5 = 0, v6 = 0, v7 = 0

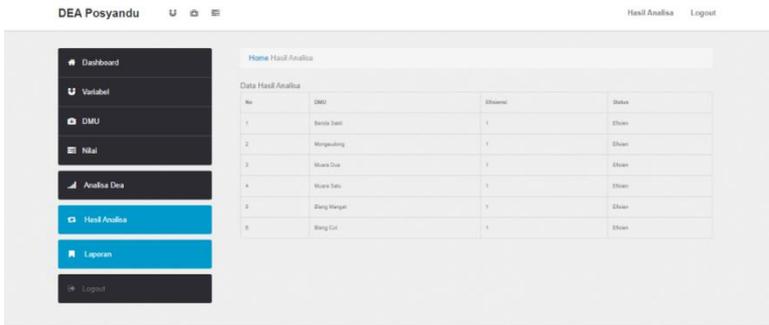
[Show Linear Programming](#)

Gambar 4. 16 Halaman Analisis DEa

7. Halaman Hasil DEa

Pada halaman ini, akan ditampilkan hasil perhitungan metode DEA. Halaman hasil ini akan

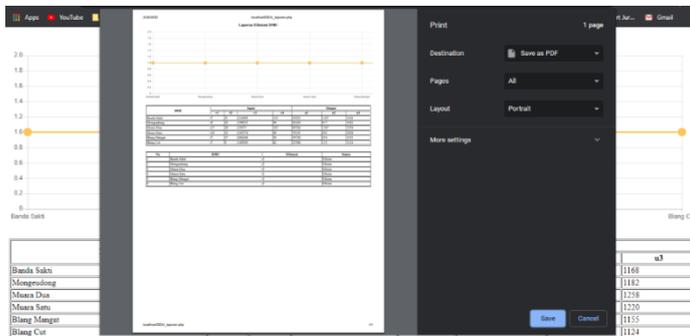
memudahkan kita untuk melihat data DMU mana yang efisien dan tidak efisien. Yang dimana data ini hasil dari menu Analisis yang dirangkum untuk memudahkan dalam melihat data efisien dan tidak efisien.



Gambar 4. 17 Halaman Hasil Analisis

8. Halaman Laporan

Pada halaman menu laporan , hasil dari halaman sebelumnya yang akan siap dicetak untuk laporan terhadap user atau pengguna lainnya. Laporan yang dicetak, bisa langsung dicetak atau disimpan dalam bentuk pdf. Pada laporan yang di cetak akan memperlihatkan grafik efisiensi DMU, juga memperlihatkan data input dan output setiap DMU, dan rangkuman efisien atau tidak efisien pada setiap DMU. Ini akan mempermudah pengguna dalam menyusun laporan.



Gambar 4. 18 Halaman Laporan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran efisiensi dengan menggunakan Model DEA CCR maka didapatkan hasil bahwa DMU yang dinilai Efisiensi Relatifnya adalah 1. Sedangkan DMU yang nilai relatifnya kurang dari 1 di kategorikan tidak efisien. Perolehan hasil komputasi dari Model DEA CCR pada ke enam DMU adalah 1, hal itu merupakan perolehan dari pembagian variabel *output* dengan variabel *input*, maka diperoleh hasil dari ke enam DMU adalah efisien.

Aplikasi yang dibangun untuk mengukur efisiensi Puskesmas di kota Lhokseumawe adalah aplikasi berbasis *web*, dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu untuk memudahkan Dinas Kesehatan dalam mengukur tingkat efisiensi Puskesmas.

B. Saran

Adapun beberapa saran dari penulis yang memungkinkan berguna yang ingin penulis sampaikan ialah sebagai berikut:

1. Peneliti mengharapkan Dinas Kesehatan untuk melakukan evaluasi lebih lanjut lagi agar puskesmas yang terdapat di Lhokseumawe lebih baik dan bagus lagi dalam pelayanan. Agar masyarakat merasakan pelayanan yang lebih efisien lagi.
2. Di masa mendatang, diharapkan pengembangan lebih lanjut pada aplikasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode lain untuk mendapatkan perbandingan metode mana yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Dahlan. *Data Envelopment Analysis Dengan Menggunakan Upper Bound Pada Output Untuk Mengukur Efisiensi Kinerja Perguruan Tinggi*. Medan: Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, 2018.
- Atmaja, L. S. (2009). *Statistika Untuk Bisnis Dan Ekonomi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Basuki Rachmadi, T. F. (2017). Sistem Informasi Nilai Mata Pelajaran Dengan Metodologi Berbasis Objek. *Jurnal Sisfotek Global*, 98.
- Budi Prasetyo, T. J. (2015). Perancangan Dan Pembuatan Sistem Informasi Gudang (Studi Kasus: Pt. Pln (Persero) Area Surabaya Barat). 13.
- Hakyeon Lee, C. K. (2012). A Dea-Servqual Approach To Measurement And Benchmarking Of Service Quality. *Procedia- Social And Behavioral Sciences* 40, 756-762.
- Isnaini Halimah Rambe, M. R. (2017). Aplikasi Data Envelopment Analysis (Dea) Untuk Pengukuran Efisiensi Aktivasi Produksi. *Journal Of Mathematics Education And Science*, 40.
- Lm Fajar Israwan, B. S. (2016). Implementasi Model Ccr Data Envelopment Analysis (Dea) Pada Pengukuran Efisiensi Keuangan Daerah. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 78.
- P.F.Tsai, C. M. (2002). A Variabel Returns To Scale Data Envelopment Analysis Model For The Join Determinaton Of Efficiencies With An Example Of The Uk Health Service. *Journal Of Operational Research*, 21-38.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2014. (N.D.).
- Permatasari, M. F. (2018). Analisis Efisiensi Kinerja Pada Umkm Klaster Alat Rumah Tangga Di Kabupaten Sragen Dengan Metode Data Envelopment Analysis (Dea). 4.

- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction To Data Envelopment Analysis: A Tool For Performance Measurement*. New Dehli: Sage Publication.
- Retno, D. (2013). *Evaluasi Tingkat Efisiensi Dengan Metode Dea (Data Envelopment Analysis)*. Retrieved From Kompasiana:<https://www.kompasiana.com/dwiretnoariyanti/552ae413f17e61314fd623d9/Evaluasi-Tingkat-Efisiensi-Dengan-Metode-Dea-Data-Envelopment-Analysis>.
- Rochman, A. G. (2009). Aplikasi Program Linier Menggunakan Lindo Pada Optimalisasi Biaya Bahan Baku Pembuatan Rokok Pt. Djarum Kudus. 44-46.

TINGKAT EFESIENSI PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Puskesmas merupakan unit pelaksana teknis dinas kesehatan dan bertanggung jawab menyelenggarakan upaya kesehatan perorangan dan upaya kesehatan masyarakat sebagai sarana pelayanan kesehatan tingkat pertama. Puskesmas merupakan sarana yang tepat sebagai ujung tombak dalam mewujudkan masyarakat yang sehat dan sejahtera. Namun seringkali keberadaan puskesmas ini dihadapi oleh beberapa kendala seperti jumlah Puskesmas yang tidak sebanding dengan jumlah penduduk di setiap kecamatan yang ada di kota Lhokseumawe. Minimnya SDM di Puskesmas dan penyebaran tenaga kerja yang tidak merata antar Puskesmas dan juga fasilitas yang didapatkan. Maka dari itu diadakan penelitian untuk melihat seberapa efisien suatu Puskesmas yang berada di kota Lhokseumawe. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Data Analysis Envelopment* (DEA) dengan model CCR. Dengan metode ini admin bisa melihat seberapa efisien puskesmas tersebut. Adapun dalam penelitian ini terdapat 6 DMU, 4 variabel *input* dan 3 variabel *output*. Variabel *input* yang digunakan yaitu jumlah tenaga medis, jumlah posyandu aktif, jumlah stok obat, dan jumlah perawat. Sedangkan variabel *output* yaitu jumlah pasien rawat jalan, jumlah imunisasi dasar lengkap, dan jumlah nilai kepuasan. Data DMU yaitu Puskesmas Banda Sakti, Puskesmas Mongeudong, Puskesmas Muara Dua, Puskesmas Muara Satu, Puskesmas Blang Mangat, Puskesmas Blang Cut. Sampel penelitian ini menggunakan 6 Puskesmas di Kota Lhokseumawe. Data yang digunakan adalah data yang diambil dari Dinas Kesehatan, Puskesmas dan sumber lainnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa 6 Puskesmas efisien dari 6 Puskesmas yang menjadi sampel. Penelitian ini menunjukkan bahwa Puskesmas yang terdapat di kota Lhokseumawe efisien semua.



SEFA BUMI PERSADA
email: sefabumipersada@gmail.com
www.sefabumipersada.com
Telp. 085260363550

ISBN 978-623-7648-41-3

