

Rancang Bangun Sistem Penghitungan Pencapaian Standar Pelayanan Minimal (SPM) Pendidikan Dasar dengan Algoritma Fuzzy Logic

Agunawan¹ Eka Wijaya Paula²

^{1,2}Sistem Teknologi Informasi, ITB Nobel Indonesia,

Copresponder Author: agunawan108@gmail.com

Abstract — The quality of basic education is required by the district / city government by meeting the Minimum Service Standards (MSS) for Basic Education, namely the elementary / MI and junior high school / MTs levels consisting of 27 indicators based on Permendikbud No. 23 Tahun 2013. This research is to create a web-based application using the fuzzy logic algorithm of the Mamdani method (Min-Max) which will map and analyze SPM fulfillment gaps, policies taken and calculate fulfillment costs. Will be stated in a roadmap document for SPM fulfillment. Generated Basic Education SPM roadmap document is expected to be used as a reference by the district/city government in making policies and budgeting in order to fulfill MSS. Methodology using Research and Development (R&D), Fuzzy logic testing method using pivot table and black box test for web application.

Keyword — MSS, Primary Education, Algorithm, Fuzzy Logic, Web Application.

Abstrak — Kualitas pendidikan dasar diwajibkan kepada Pemerintah kabupaten/kota dengan memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM) Pendidikan Dasar (Dikdas) yaitu jenjang SD/MI dan SMP/MTs yang terdiri dari 27 indikator dengan dasar Permendikbud No. 23 Tahun 2013. Penelitian ini untuk membuat aplikasi berbasis web dengan menggunakan algoritma *fuzzy logic* metode Mamdani (Min-Max) yang akan memetakan dan menganalisis kesenjangan pemenuhan SPM, kebijakan yang diambil dan menghitung biaya pemenuhan. Dan hal tersebut, akan tertuang dalam sebuah dokumen roadmap pemenuhan SPM. Dokumen peta jalan SPM Pendidikan Dasar yang dihasilkan, dapat dijadikan acuan oleh pemerintah kabupaten/kota dalam mengambil kebijakan dan penganggaran dalam rangka pemenuhan SPM. Metodologi penelitian menggunakan Research and Development (R&D). Metode pengujian penggunaan fuzzy logic menggunakan *pivot table* dan uji *black box* untuk aplikasi web.

Kata kunci — SPM, Pendidikan Dasar, Algoritma, Fuzzy Logic, Aplikasi Web.

I. PENDAHULUAN

Pengukuran kinerja pemerintah dalam layanan pendidikan dasar dapat dilihat melalui pemenuhan Standar Pelayanan Minimal Pendidikan Dasar (SPM DIKDAS). Hal ini tertuang pada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 15 Tahun 2010 dan kemudian diubah dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 23 Tahun 2013 terkait kewenangan dan tanggung jawab Kabupaten/Kota penyelenggaraan pendidikan dasar sesuai SPM. Pemerintah Kabupaten/Kota wajib melakukan kegiatan-kegiatan yang mendukung pencapaian SPM. Di sisi lain, untuk memfasilitasi pengembangan kapasitas melalui peningkatan kemampuan sistem, kelembagaan,

personil dan keuangan, baik di tingkat Pusat, Provinsi, Kabupaten/Kota dan Satuan Pendidikan menjadi wewenang Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan[1].

Untuk merealisasikan amanah dalam Permendikbud No. 23 tahun 2013, diharapkan semua pemangku kepentingan dari pusat maupun pemerintah kabupaten/kota serta masyarakat terlibat dalam pemenuhan standar yang diinginkan. Kolaborasi semua pemangku kepentingan dipadukan termasuk kebijakan, penganggaran, dan menggali potensi sumber-sumber lain dalam pemenuhan SPM-Dikdas ini. Tujuannya, keterpaduan dalam melakukan perencanaan, penganggaran dan pengelolaan layanan-layanan pendidikan, sesuai dengan standar yang diatur pada Permendikbud tersebut[2].

Tahun 1965, Lotfi A. Zadeh untuk pertama kalinya memperkenalkan algoritma Fuzzy Logic. Teori himpunan merupakan fundamental dari algoritma ini dengan menentukan keanggotaan sebagai elemen-elemen dalam suatu himpunan sebagai komponen yang penting. Angka maupun huruf yang dapat dihitung atau *membership function* menjadi kekhasan fuzzy logic dalam penalaran[3]. Komponen input maupun komponen output dapat dihubungkan dengan baik dengan algoritma ini. Dengan melakukan pengolahan data masukan menjadi data luaran dalam bentuk informasi yang diinginkan. Prinsip pada teori himpunan yang di mana tiap-tiap anggotanya memiliki tingkat keanggotaan yang nilainya berada dalam rentang 0 hingga 1. Logika fuzzy ialah salah satu metode yang bisa diimplementasikan untuk menyelesaikan suatu permasalahan, baik pada sistem sederhana, sistem tertanam/terbenam, jaringan komputer termasuk aplikasi berbasis web[4].

II. KAJIAN TEORI

A. Standar Pelayanan Minimal Pendidikan Dasar (SPM-Dikdas)

SD dan SMP di kelola oleh Dinas Pendidikan dan Kebudayaan (Dinas P & K), sementara MI dan MTs di koordinasikan oleh Kementerian Agama (Kemenag). Kedua institusi ini di tingkat kabupaten/kota bertanggung jawab secara langsung maupun tidak langsung melalui sekolah dan madrasah dalam menyelenggarakan pendidikan. Hal ini terkait dengan kualitas mutu layanan maupun jumlah sarana pendidikan yang dilaksanakan di wilayah masing-masing.

Standar Pelayanan Minimal (SPM) untuk pendidikan dasar ditetapkan melalui Permendikbud No. 23 Tahun 2013 yang memuat “Standar Pelayanan Minimal Pendidikan Dasar di Kabupaten/Kota”. SPM-Dikdas adalah acuan dalam mengukur kinerja pemerintah daerah (kabupaten/kota) terkait pelayanan pendidikan dasar melalui jalur pendidikan formal.

Undang-Undang Dasar mengamanahkan bahwa setiap warga negara berhak untuk mendapatkan pendidikan yang layak, sementara SPM hadir untuk memastikan hak tersebut terpenuhi. Semangat otonomi daerah (desentralisasi), lebih membuka luas kewenangan penyelenggaraan pendidikan di tingkat kabupaten/kota. Kewenangan pemerintah pusat lebih diarahkan pada kebijakan-kebijakan untuk memastikan kualitas secara menyeluruh. Meski demikian, tetap mengalokasikan anggaran melalui Dana Alokasi Khusus (DAK). Kebijakan-kebijakan ini juga untuk menjamin kesenjangan antar daerah tidak terlalu besar. Dengan standar minimal, layanan pendidikan dasar di tiap daerah sama. Bagi daerah yang mampu melebihi standar minimal, tentu saja tidak ada larangan karena selain standar minimal terdapat juga Standar Nasional Pendidikan (SNP)[5].

Secara substantif, SPM adalah jalan menuju terpenuhinya Standar Nasional Pendidikan (SNP) Indonesia. PP No. 19 Tahun 2005 yang kemudian diperbaharui dalam PP No. 23 tahun 2013. Melalui berbagai proses tersebut, pada gilirannya, pendidikan dasar diharapkan akan mengalami peningkatan dari berbagai aspek, terutama akses, kualitas dan akuntabilitasnya. Dan prinsipnya, bagaimana berbicara mutu pendidikan jika yang minimal saja belum terpenuhi.

B. Metode Fuzzy Logic

Metode Fuzzy Logic adalah sebuah algoritma yang menjadi bagian dari Artificial Intelligence (kecerdasan buatan)[4]. Untuk memahami algoritma ini, berikut hal yang perlu diketahui:

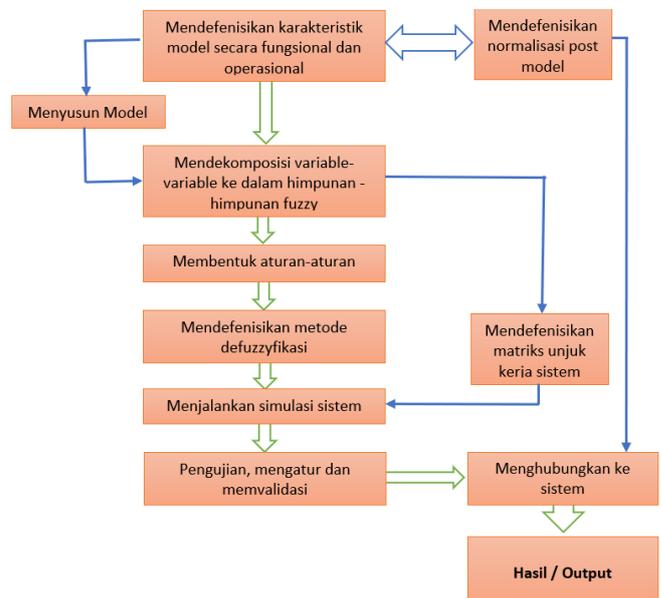
1. Variabel; adalah entitas yang akan diuraikan dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: jenjang, sekolah, sarana, siswa, guru, dsb.
2. Himpunan; adalah sebuah kelompok yang diwakilkan oleh suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.
3. Semesta Pembicaraan; adalah nilai-nilai yang telah didapatkan dari sumber terpercaya dan dihitung atau dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan berupa himpunan bilangan real yang senantiasa naik atau turun (berubah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan tidak terdapat batas akhir dan tidak dibatasi dan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.
4. Domain; merupakan nilai-nilai yang telah didapatkan melalui proses yang benar dan diperbolehkan dalam semesta pembicaraan untuk dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

5. Atribut himpunan; berupa label dalam terhadap suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi tertentu atau keadaan dengan menggunakan bahasa alami dan numeris, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel[6].
6. Fungsi keanggotaan; merupakan kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1.
7. Operator Operasi Himpunan; terdiri dari operator logika AND, OR dan NOT.
8. Sistem inferensi; merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy.
9. Rule IF – THEN; merupakan suatu pernyataan dalam pangkalan pengetahuan yang akan dieksekusi jika syarat pernyataan tersebut terpenuhi. Hasil atau informasi yang didapatkan bisa disimpulkan[7].

III. METODE PERANCANGAN SISTEM

A. Metode Mamdani

Dalam pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan algoritma fuzzy logic metode Mamdani ini, dilakukan beberapa tahapan seperti diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Tahapan Pengembangan dengan Fuzzy Logic

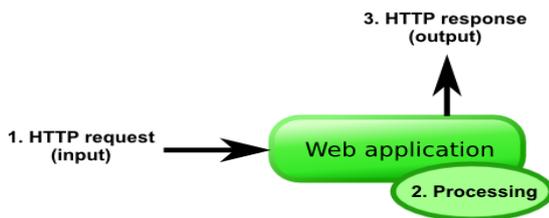
Tahapan di atas diawali dengan desain model dengan memperhatikan karakteristik operasional maupun fungsionalnya. Kemudian ditentukan batasan-batasan dalam mendukung pangkalan pengetahuan dan dilanjutkan simulasi sistem untuk memastikan semua pengaturan yang telah didefinisikan berjalan sesuai yang diinginkan sesuai algoritma.

Algoritma Fuzzy Logic yang digunakan adalah metode MIN-MAX atau lazim juga disebut metode Mamdani sesuai nama penemunya yaitu Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Menurutnya, untuk mendapatkan output yang diinginkan berdasarkan metode Min-Max ini, dibutuhkan empat langkah[8], yaitu:

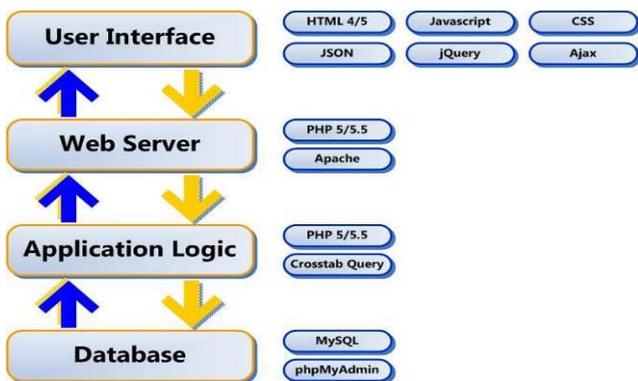
1. Pembentukan himpunan; variabel yang dijadikan input ataupun output diatur untuk satu atau lebih dalam himpunan fuzzy, dan terdapat variabel linguistik.
2. Fungsi implikasi; menentukan aplikasi fungsi implikasi, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN (minimum).
3. Kompisisi aturan; menentukan komposisi tiap-tiap aturan dan metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu MAX (maximum), Additive (SUM) dan Probabilistik (OR).
4. Penegasan atau Defuzzifikasi; Center of Area (Center of Gravity) atau dapat disebut centroid merupakan salah satu dari metode defuzzifikasi. Suatu himpunan dapat dihasilkan melalui proses dari input, sedangkan bilangan pada domain himpunan fuzzy merupakan output.

B. Aplikasi Web

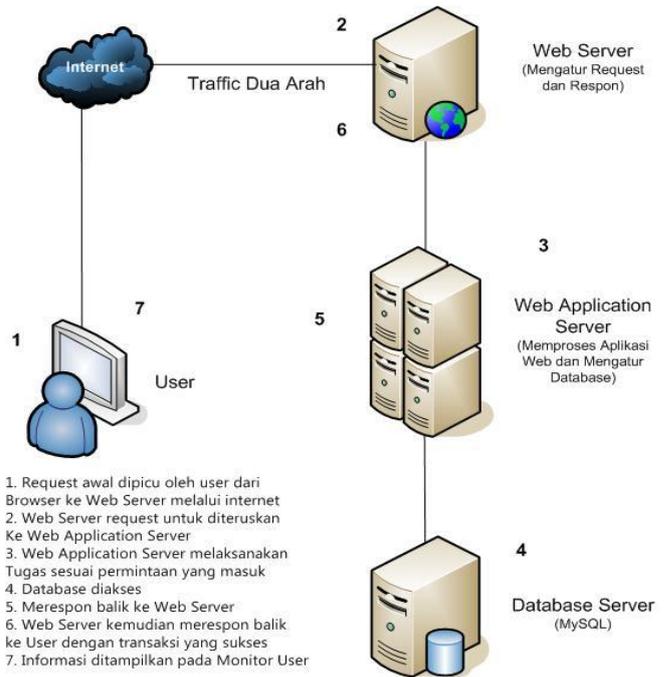
Aplikasi ini dikembangkan dengan pendekatan antara teknik-teknik RDBMS link, data retrieval, dan web functions. Selanjutnya model sistem yang telah dirancang akan dikemas ke dalam prototipe aplikasi berbasis web[9], [10]. Dengan demikian upaya ilmiah perancangan aplikasi tersebut dilakukan dalam bentuk pengembangan dan implementasi logik pada gambar berikut:



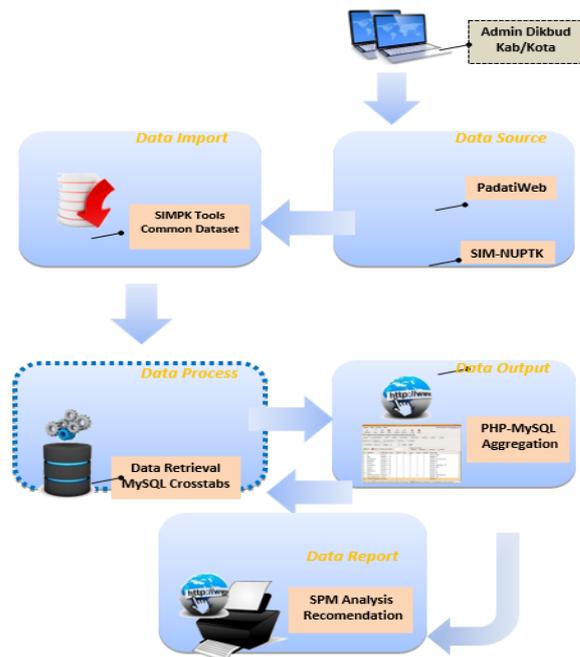
Gambar 2. Model Aplikasi Web



Gambar 3. Arsitektur Aplikasi Web



Gambar 4. Aliran Aplikasi Web



Gambar 5. Diagram Aliran Data - Rancangan Aplikasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diawali dengan input data ke dalam aplikasi berbasis Microsoft Excell maupun Access berdasarkan kuesioner atau instrumen yang telah diisi oleh sekolah-sekolah dan telah diperiksa oleh pengawas sekolah masing-masing. Prosedur ini akan menghasilkan data sumber (dataset) yang

- Rule 2: IF rasio siswa setiap rombelnya > 32 AND ≤ 36 siswa THEN *Hampir Terpenuhi*.
- Rule 3: IF rasio siswa setiap rombelnya ≤ 32 AND ≥ 26 siswa THEN *Terpenuhi*.
- Rule 4: IF rasio siswa setiap rombelnya < 26 siswa THEN *Sangat Terpenuhi*.

Dari sisi pemenuhan Standar Pelayanan Minimal (SPM), hal di atas disebut analisis kesenjangan/gap. Dan untuk kebutuhan penyusunan dokumen roadmap pendidikan, dibutuhkan analisis lebih lanjut seperti analisis kebijakan dan pembiayaan. Maka gambar di atas, diubah menjadi tabel yang lebih fungsional agar dapat terlihat jumlah dan sekolah mana saja yang tidak/belum terpenuhi SPM.

Tabel 1. SD/MI – Rasio Siswa Terhadap Rombongan Belajar (Rombel)

Rasio Siswa Rombel	MI Negeri		MI Swasta		SD Negeri		SD Swasta		Total Jumlah	Total Persen
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen		
Sangat Terpenuhi	4	2,5%	14	8,8%	84	52,5%	16	10,0%	118	73,8%
Terpenuhi	1	0,6%	2	1,3%	26	16,3%	3	1,9%	32	20,0%
Hampir Terpenuhi		0,0%		0,0%	9	5,6%		0,0%	9	5,6%
Tidak Terpenuhi		0,0%		0,0%	1	0,6%		0,0%	1	0,6%
Grand Total	5	3,1%	16	10,0%	120	75,0%	19	11,9%	160	100,0%

Tabel di atas memperlihatkan bahwa terdapat 10 sekolah (6,2%) yang mempunyai rasio siswa per rombel di atas 32 (belum memenuhi SPM). Sehingga konsentrasi untuk analisis lebih lanjut adalah terhadap ke-10 sekolah tersebut. Idealnya, SPM menginginkan seluruh sekolah sudah memenuhi SPM.

Beberapa kebijakan yang dapat diambil agar SPM dapat terpenuhi, yaitu:

- Sekolah melakukan penambahan rombongan belajar
- Rayonisasi
- Pembatasan Penerimaan Murid
- Merujuk data BPS, terjadi pengurangan kelompok usia sekolah

Sebelum menentukan alternatif kebijakan, perlu diketahui 10 sekolah yang belum terpenuhi termasuk lokasi (kecamatan dan desa) dari sekolah tersebut, seperti berikut:

Tabel 2. SD/MI Yang Tidak Terpenuhi Rasio Siswa Terhadap Rombonga Belajar

Kecamatan	Desa	Nama SD/MI	Rombel	Siswa	Siswa Dirombel																
1. BAKA	PAITIRO	SD Negeri PAITIRO	10	330	330	33	33	33	33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	292
1. GORONG TALIAR	AMARWITU	SD Negeri AMARWITU	6	244	244	41	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	239
1. KANU SARAT	KUDA	SD Negeri IMPRES KUDA	6	208	208	35	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	204
1. KANU SARAT	KANU	SD Negeri 1 KANU SARAT	6	193	193	33	6	4	1	0,67	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	177
1. PALAU GORONG	DAYU	SD Negeri KAWAR	6	220	220	35	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	209
1. PALAU GORONG	AMAREKARU SD Negeri WIRIBUSA		6	224	224	38	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	222
1. PALAU GORONG	ONDOR	SD Negeri ONDOR	6	203	203	34	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	203
1. PALAU GORONG	AMAREKARU SD Negeri 1 AMAREKARU		6	209	209	45	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	203
1. SERANI TALIAR	KILDOR	SD Negeri PAMANDOR	6	237	237	40	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	237
1. WAKATE	KILDOR	SD Negeri KILDOR	6	205	205	35	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	120

Analisis lebih lanjut yaitu dalam menentukan kebijakan-kebijakan, diutamakan kebijakan yang tidak berimplikasi terhadap biaya atau dengan biaya seminimal mungkin. Hal lain diperlukan untuk melihat penyebab dari tingginya rasio siswa terhadap rombel di sekolah-sekolah yang belum

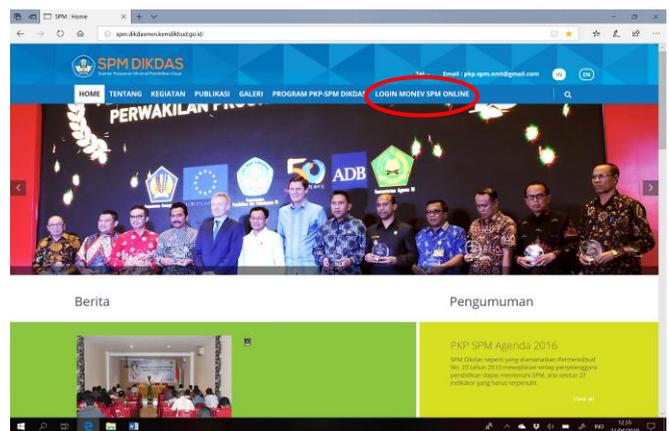
memenuhi SPM. Apakah disebabkan: (1) tidak adanya alternatif sekolah/madrasah di sekitar lokasi tersebut; (2) ada alternatif sekolah lain tetapi juga memiliki rasio siswa terhadap rombel yang tinggi; (3) keinginan orang tua untuk mendaftarkan anaknya di sekolah favorit; (4) siswa sekolah di dekat lokasi kerja orang tua.

Prinsip kerja di atas, data awal diolah dengan metode fuzzy logic untuk menghasilkan data kesenjangan/gap dan dianalisis. Selanjutnya dilakukan analisis lebih jauh untuk mendapatkan kebijakan yang lebih efisien hingga menghasilkan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pemenuhannya.

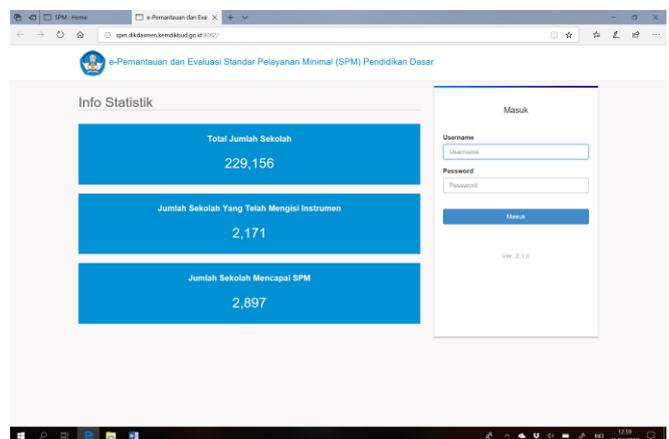
Tahapan-tahapan ini akan berulang untuk sub-sub indikator berikutnya sebanyak 108 sub-indikator, hingga menghasilkan dokumen Roadmap Pemenuhan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Pendidikan Dasar.

C. User Interface

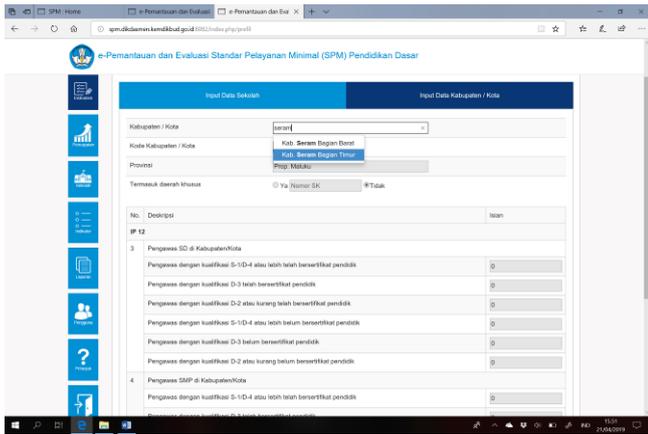
Beberapa tampilan antar muka aplikasi penghitungan SPM Pendidikan dasar berbasis web disajikan sebagai berikut:



Gambar 8. Tampilan Awal



Gambar 9. Login Operator Dinas Pendidikan



Gambar 8. Input Data Sekolah

V. KESIMPULAN

Penggunaan sistem cerdas berupa algoritma fuzzy logic dengan metode Mamdani dapat digunakan pada pengembangan aplikasi berbasis web untuk mendapatkan data kesenjangan/gap terkait pemenuhan Standar Pelayanan Minimal Pendidikan Dasar (SPM-Dikdas).

DAFTAR ACUAN

[1] Kemendikbud, "Permendikbud No. 65 Tahun 2013." 2013.
 [2] M. I. Ulumudin and N. Chalida, "Analisis Pencapaian Standar Pelayanan Minimum Pendidikan Dasar Sembilan Tahun di Kabupaten Blitar," *J. Al-Hikmah*, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2019.

[3] F. N. Mandey, H. S. Kolibu, and M. D. Bobanto, "Pemodelan Sistem Prediksi Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Dengan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy," *J. MIPA*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2017, doi: 10.35799/jm.6.2.2017.17068.
 [4] A. M. Sajiah, R. Sanjaya, and B. Pramono, "Aplikasi Perkiraan Curah Hujan Kota Kendari Menggunakan Metode Interval Type-2 Fuzzy Logic System," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komput. Elektron. Dan Kendali*, vol. 8, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2023.
 [5] A. E. P. Andhika and I. Iswahyudi, "Strategi Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Dalam Pemertaaan Tenaga Pendidik Untuk Memenuhi Standar Pelayanan Minimal Pendidikan Dasar di Kabupaten Biak Numfor," *Gema Kampus IISIP YAPIS Biak*, vol. 16, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2021, doi: 10.52049/gemakampus.v16i1.134.
 [6] J. B. Jane and D. E. N. Ganesh, "A Review On Big Data With Machine Learning And Fuzzy Logic For Better Decision Making," vol. 8, no. 10, 2019.
 [7] S. Sennan, S. Ramasubbareddy, S. Balasubramaniam, A. Nayyar, M. Abouhwwash, and N. A. Hikal, "T2FL-PSO: Type-2 Fuzzy Logic-Based Particle Swarm Optimization Algorithm Used to Maximize the Lifetime of Internet of Things," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 63966–63979, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3069455.
 [8] S. N. Putri and D. R. S. Saputro, "Construction fuzzy logic with curve shoulder in inference system mamdani," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1776, no. 1, p. 012060, Feb. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1776/1/012060.
 [9] M. Yassir and A. Agunawan, "Pengembangan Aplikasi Pantau Denyut Nadi," vol. 8, no. 1, 2023.
 [10] A. Agunawan, N. Hazanah, and F. Ahmad, "Pengembangan Platform 'Nobel Gadde2 Na' Sebagai Perwujudan Academic Entrepreneurship Pada Inkubator Bisnis STIE Nobel Indonesia," *Inspir. J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 10, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2020, doi: 10.35585/inspir.v10i2.2599.