

Implementasi Algoritma SAW Pada Aplikasi Penentuan Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa (Studi Kasus: Prodi Informatika Universitas Langlangbuana)

Irwin Supriadi¹

¹Prodi Teknik Informatika, Universitas Langlangbuana, Indonesia
Email : irwinshared@gmail.com

Info Artikel

Sejarah artikel :

Diterima 25 Mei 2021

Direvisi 28 Juni 2021

Diterima 30 Juni 2021

Diterbitkan 30 Juni 2021

ABSTRACT

In this study, we will discuss the application of the Simple Additive Weighting (SAW) algorithm in determining the thesis/final project supervisor so that the supervisor's suitability with the proposal from the student and in accordance with the lecturer's field of expertise will be discussed. This research is important because in the ongoing business process, sometimes it is found that the lecturer guiding the thesis/final project is not in accordance with the field of expertise possessed by the lecturer so that the results of student guidance are not optimal. The research method used in this study is the Research and Development (R&D) method. This method was chosen because the output produced from this research is a product in the form of application software that will solve the problem of determining the supervisor. As for the system development model using a prototype model. The criteria for the weighting of the determination of the thesis supervisor / final project are the field of expertise of the lecturer, the functional position of the lecturer, the amount of guidance, the suggestion of the supervisor from the student. The results of this study indicate that the thesis supervisor can guide students according to the field of expertise of the lecturer, the amount of guidance is evenly distributed according to the functional position of the lecturer in accordance with the regulations in the informatics engineering study program. Based on the results obtained, the determination of the thesis supervisor can be done with a computer system with the application of the SAW algorithm. The results provided by the system are in the form of decision support, the results of which can still be changed by the head of the study program as the highest policymaker in determining the supervisor in accordance with existing conditions.

Kata Kunci : Algorithm, SAW, thesis, Final Project, prototype.

ABSTRAK

Dalam penelitian ini akan membahas tentang penerapan algoritma *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam penentuan dosen pembimbing skripsi/tugas akhir sehingga mendapatkan kesesuaian pembimbing dengan usulan dari mahasiswa dan yang sesuai dengan bidang keahlian dosen. Penelitian ini penting karena dalam proses bisnis yang berjalan, kadang ditemukan dosen membimbing skripsi/tugas akhir tidak sesuai dengan bidang keahlian yang dimiliki dosen tersebut, sehingga hasil pembimbingan mahasiswa tidak maksimal. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D). Metode ini dipilih karena luaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah produk berupa perangkat lunak aplikasi yang akan menyelesaikan masalah penetapan dosen pembimbing. Sedangkan untuk model pengembangan sistem menggunakan model *prototype*. Kriteria-kriteria untuk pembobotan penentuan dosen pembimbing skripsi/tugas akhir ini adalah bidang keahlian dosen, jabatan fungsional dosen, jumlah bimbingan, usulan dosen pembimbing dari mahasiswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, dosen pembimbing skripsi dapat membimbing mahasiswa sesuai dengan bidang keahlian dosen, jumlah bimbingan merata sesuai dengan jabatan fungsional dosen sesuai dengan peraturan yang ada di program studi teknik informatika. Berdasarkan hasil yang diperoleh, penentuan dosen pembimbing skripsi dapat dilakukan dengan sistem komputer

dengan penerapan algoritma SAW. Hasil yang diberikan oleh sistem berupa pendukung keputusan yang hasilnya masih dapat diubah oleh ketua program studi sebagai pengambil kebijakan tertinggi dalam menetapkan dosen pembimbing sesuai dengan kondisi yang ada.

Kata Kunci : Algoritma, SAW, skripsi, Tugas Akhir, prototype.

PENDAHULUAN

Tugas akhir/skripsi merupakan salah satu syarat seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar akademik yaitu sarjana. Tujuan dari pembuatan tugas akhir/skripsi ini adalah untuk melatih mahasiswa menulis dan membuat suatu karya ilmiah dengan langkah-langkah atau tahapan yang sudah ditetapkan oleh jurusan/fakultas/universitas. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Skripsi ialah karya ilmiah yang wajib ditulis oleh mahasiswa sebagai bagian dari persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan akademisnya [1]. Hasil dari tugas akhir/skripsi ini nantinya harus diseminari dan diujikan oleh mahasiswa di depan dosen penguji. Untuk menghasilkan karya ilmiah yang sesuai dengan aturan dan memiliki nilai keterbaruan, maka mahasiswa membutuhkan pembimbing yang akan mengarahkan dan juga memberikan masukan-masukan tentang penulisan tugas akhir/skripsi tersebut. Dosen Pembimbing skripsi adalah seorang dosen tetap pada perguruan tinggi tertentu yang diberi tugas (biasanya dengan surat tugas dan surat keputusan dari pimpinan fakultas atau pimpinan program studi) untuk membimbing skripsi mahasiswa dengan hak dan kewajiban tertentu [2]. Dalam menentukan dosen pembimbing, pimpinan program studi/fakultas perlu melihat kesesuaian bidang minat atau keahlian dosen dengan tema tugas akhir/skripsi mahasiswa.

Program Studi Informatika merupakan salah satu program studi di bawah Fakultas Teknik Universitas Langlangbuana dalam 1 (satu) tahun dapat meluluskan 2 kali mahasiswanya. Sebelum dinyatakan selesai menempuh studi jenjang Strata satu (S1), mahasiswa diwajibkan untuk menyusun karya ilmiah dalam bentuk Tugas Akhir/Skripsi. Saat penyusunan tugas akhir/skripsi ini, mahasiswa dibimbing oleh 2 (dua) orang pembimbing yang sesuai dengan bidang minat yang diambil oleh mahasiswa dalam tugas akhir tersebut. Selama ini, penentuan dosen pembimbing di program studi informatika Universitas Langlangbuana dilakukan secara manual oleh ketua program studi (kaprodi) dan sekretaris program studi (sekprodi) dengan melihat jabatan fungsional dosen beserta keahlian dari masing-masing dosen. Dengan cara ini, pembagian pembimbing tidak merata dan sesuai dengan aturan jumlah maksimal bimbingan dosen di setiap periode pengambilan tugas akhir. Selain itu juga, membimbing merupakan salah satu masukan penilaian seorang dosen dalam pengajuan jabatan fungsional.

Teknologi komputer sekarang ini sudah tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan manusia, baik di dalam dunia usaha maupun di dalam kehidupan sehari-hari. Dengan berkembangnya teknologi komputer, pekerjaan manusia dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Salah satu penggunaan teknologi komputer khususnya teknologi informasi adalah dalam bidang pendidikan terutama di perguruan tinggi. Sistem informasi di perguruan tinggi sangat diperlukan guna memudahkan dalam mengelola dan pengambilan sebuah keputusan oleh pimpinan tinggi dalam perguruan tinggi tersebut.

Melihat permasalahan yang terjadi, maka perlu dibuat suatu sistem yang dapat memudahkan tugas kaprodi ataupun sekprodi informatika dalam menentukan pembimbing tugas akhir yang sesuai dengan keahlian dari dosen dan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan dalam penetapan dosen pembimbing di program studi teknik informatika dengan pembagian yang adil. Menurut Raymond McLeod, Jr. (1998), Sistem Pendukung Keputusan (DSS) adalah sistem yang menyediakan kemampuan untuk memecahkan masalah dan komunikasi untuk masalah semi terstruktur [3]. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menghasilkan sebuah sistem yang dapat membantu mempermudah dan mempercepat proses penentuan dosen pembimbing Skripsi/Tugas Akhir mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika. (2) Mengimplementasikan algoritma *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam aplikasi untuk mempercepat proses penentuan dosen pembimbing Skripsi/Tugas Akhir mahasiswa.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] menguraikan tentang pembuatan aplikasi Sistem Pendukung Keputusan penentu dosen penguji dan pembimbing Tugas Akhir menggunakan metode *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making* dengan *Simple Additive Weighting*. Variable penentuan pembimbing berdasarkan pada bidang minat yang diambil dalam tema skripsi. Dengan adanya aplikasi ini, akan muncul rekomendasi dosen penguji dan pembimbing secara terkomputerisasi.

Dalam penelitian berjudul Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Dosen Pembimbing Skripsi di STMIK Pringsewu, yang dilakukan oleh [5] kriteria pembobotan berdasarkan pada 3 (tiga) hal, yaitu pendidikan, bidang keahlian, dan status dosen, sehingga hasil akhirnya akan muncul rekomendasi dosen pembimbing secara lebih cepat.

Penelitian oleh [6] membahas tentang penentuan/pemilihan dosen pembimbing dengan menggunakan metode Naïve Bayes, dimana data-data mahasiswa dan dosen, serta tema skripsi yang diperoleh dikelompokkan sehingga menghasilkan 6 kelompok yaitu alamat, jenis kelamin, nama dosen, tema skripsi, IPK, dan status bekerja mahasiswa.

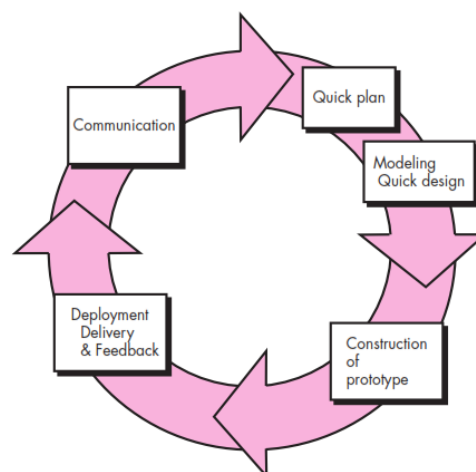
Dari penelitian sebelumnya, kriteria yang dimasukkan bukan bidang keahlian dosen yang spesifik, sehingga pada penelitian ini dikaji penentuan dosen dengan kriteria yang lebih spesifik berdasarkan keahlian dosen, jumlah bimbingan, jabatan fungsional, dan usulan dosen pembimbing dari mahasiswa. Dengan demikian dosen pembimbing yang ditetapkan akan lebih sesuai baik dari sisi usulan mahasiswa ataupun keahlian dosen pembimbing terhadap tema yang diambil oleh mahasiswa.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D). Metode *Research and Development* sendiri adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya [7]. Langkah-langkah yang dilakukan dalam metode yang digunakan seperti berikut.

1. *Research and information collecting* yaitu proses pengumpulan data dengan cara mewawancarai pihak yang terkait dalam objek penelitian ini berupa proses bisnis dan permasalahan yang ada.
2. *Planning*: dalam tahap ini disusun rencana penelitian guna menentukan langkah-langkah yang dilakukan hingga akhir penelitian dan tujuan yang akan dicapai.
3. *Develop preliminary form of product*: tahapan ini dilakukan pemodelan dan pengembangan dari aplikasi yang akan digunakan untuk memecahkan masalah yang terjadi.
4. *Preliminary field testing*: dalam tahap ini, dilakukan pengujian aplikasi untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berfungsi sebagaimana yang diharapkan.
5. *Main product revision*: tahap ini dilakukan perbaikan-perbaikan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.
6. *Main field testing*: merupakan tahap akhir untuk proses pengujian berdasarkan hasil revisi yang telah dilakukan.

Model pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah model prototipe. Model prototipe adalah suatu model proses dalam pengembangan perangkat lunak secara cepat di mana setelah setiap iterasi prototipe disajikan kepada pemangku kepentingan untuk evaluasi [8]. Dalam model pengembangan perangkat lunak ini terdapat 5 tahapan, yaitu tahap komunikasi, perencanaan cepat, pemodelan desain cepat, membangun prototipe, dan penerapan dan umpan balik. Tahapan ini seperti terlihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Model pengembangan prototype

Sedangkan untuk desain pemodelan, digunakan *Unified Modeling Language* (UML) yaitu salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek [9]. Beberapa diagram yang digunakan dalam UML ini adalah seperti berikut.

1. *Use case diagram* yaitu diagram untuk menunjukkan peran dari berbagai pengguna dan bagaimana peran-peran menggunakan sistem [10].
2. Diagram urutan (*sequence diagram*) menjelaskan dan mendeskripsikan *behavior object* terhadap *use case* dengan menggambarkan *life time object* dan pesan yang disampaikan serta yang diterima Antara *object* [11].
3. *Activity diagram* merupakan bentuk khusus dari state machine yang bertujuan memodelkan komputasi-komputasi dan aliran-aliran kerja yang terjadi dalam sistem/perangkat lunak yang sedang dikembangkan [12].
4. Class diagram menurut Jeffery, dkk (2004) adalah gambar grafis mengenai struktur objek statis dari suatu sistem, menunjukkan kelas-kelas objek yang menyusun sebuah sistem dan juga hubungan antar kelas objek tersebut [13].

Algoritma yang diimplementasikan menggunakan algoritma *Simple Additive Weighting* (SAW). Algoritma adalah susunan langkah penyelesaian suatu masalah secara sistematis dan logis [14]. Algoritma SAW yaitu salah satu algoritma yang digunakan untuk pengambilan keputusan dengan mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua pada semua kriteria [15]. Metode SAW mengenal adanya 2 (dua) atribut yaitu kriteria keuntungan (*benefit*) dan kriteria biaya (*cost*). Perbedaan mendasar dari kedua kriteria ini adalah dalam pemilihan kriteria ketika mengambil keputusan.

Jika kriteria penilaian yang digunakan adalah keuntungan (*benefit*), maka dalam menentukan normalisasi menggunakan rumus persamaan berikut.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\text{Max } x_{ij}}$$

Sedangkan jika kriteria penilaian yang digunakan merupakan biaya (*cost*) maka dalam menentukan normalisasi matriks rumus persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$r_{ij} = \frac{\text{Min } x_{ij}}{x_{ij}}$$

Tahap terakhir metode *Simple Additive Weighting* adalah menentukan nilai preferensi dapat ditentukan menggunakan rumus persamaan berikut.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dan Perancangan

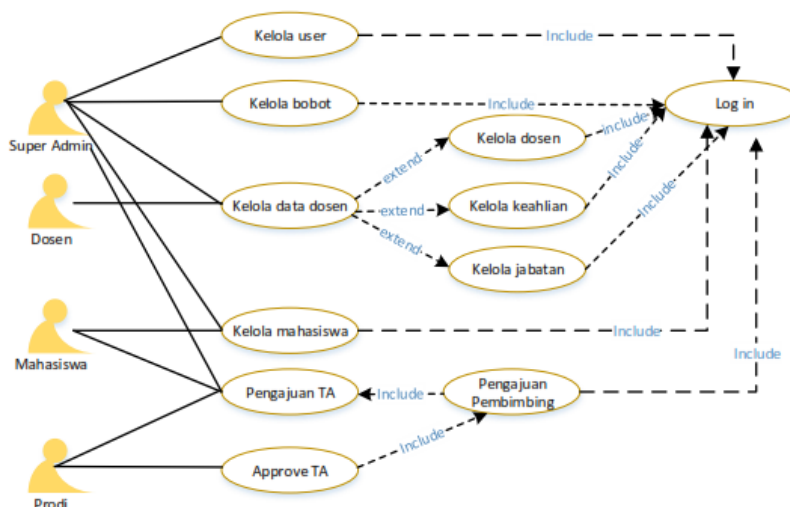
Dari hasil pengumpulan data berupa komunikasi dengan kaprodi teknik informatika UNLA dan setelah dilakukan analisa, didapatkan sejumlah hasil berupa kriteria dan bobot untuk algoritma SAW dalam perhitungan penetapan dosen pembimbing seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria dan bobot

No.	Kriteria	Bobot
1	Jafung	40
2	Keahlian	25
3	Usulan	20
4	JmlBimbingan	15
	Total Bobot	100

Dan analisa pengguna untuk mengoperasikan aplikasi sebanyak 4 orang pengguna yang terdiri dari (1) super admin, dosen, mahasiswa, dan ketua program studi. Hak akses dari masing-

masing pengguna terhadap sistem yang dibangun dimodelkan dengan UML dalam diagram use case seperti Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Use Case Aplikasi Penentuan Pembimbing TA

Penjelasan tentang hak akses dari masing-masing pengguna diuraikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hak akses pengguna

No.	Pengguna	Penjelasan hak akses
1	Super admin	Memiliki hak penuh terhadap aplikasi, super admin dapat mengisi, menyimpan, menghapus, menyunting semua data yang ada aplikasi. Super admin juga dapat mengelola siapa yang berhak untuk mengakses aplikasi ini.
2	Kaprodi	Melakukan pengusulan, perubahan, dan penetapan dosen pembimbing yang dihasilkan oleh aplikasi.
3	Dosen	Mengisi dan mengubah informasi data pribadi dosen berupa jabatan fungsional dan keahlian yang dimiliki
4	Mahasiswa	Menambah dan mengubah informasi data diri mahasiswa dan pengajuan skripsi.

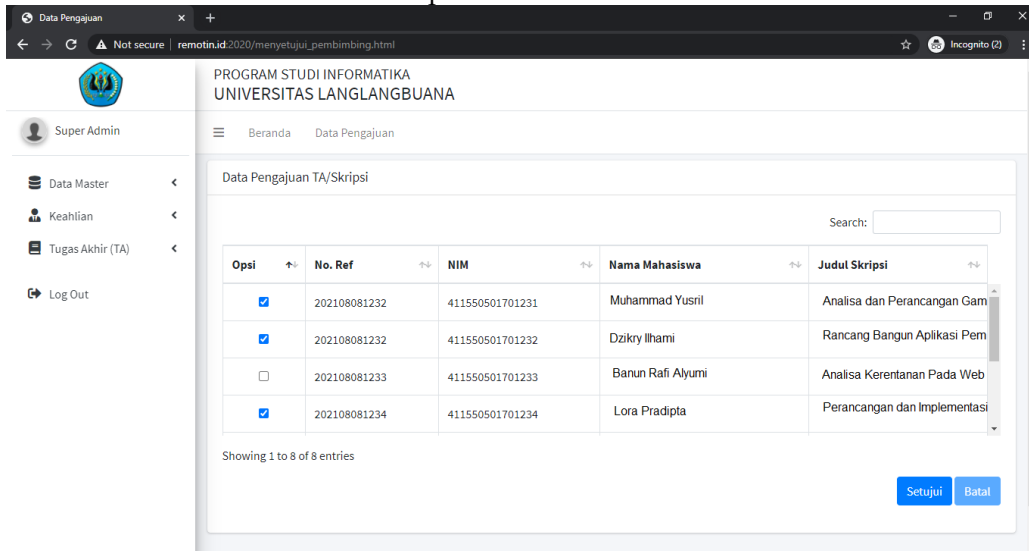
Implementasi

Aplikasi yang dibangun adalah aplikasi berbasis web yang dapat diakses oleh mahasiswa, dosen, dan sekprodi/kaprodi. Sebelum diimplementasikan ke dalam aplikasi, terlebih dahulu dilakukan perhitungan secara semi manual menggunakan aplikasi *spreadsheet*. Hasil dari perhitungan secara semi manual menghasilkan nilai seperti pada Tabel 3 berikut.

Table 3. Hasil perhitungan manual algoritma SAW

ID	Jafung	Keahlian	Usulan	bimbingan	Total	Status	Ranking
	40	25	20	15			
1	1,00	1,00	0,43	0,43	0,80	2	2
2	0,25	0,43	0,43	1,00	0,44	1	5
3	0,33	0,43	1,00	1,00	0,59	1	3
4	0,33	1,00	0,43	0,43	0,53	1	4
5	0,50	1,00	1,00	1,00	0,80	1	1
6	1,00	1,00	1,00	0,43	0,91	2	1
7	0,50	0,43	1,00	1,00	0,66	1	2
8	1,00	0,43	0,43	1,00	0,74	2	3

Dari hasil perancangan selanjutnya diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web dengan hasil dan antarmuka Gambar 3 seperti berikut.



Gambar 3. Halaman Penetapan Pembimbing Skripsi/Tugas Akhir

Halaman antarmuka rekomendasi pembimbing tidak mutlak langsung terverifikasi oleh sistem, tetapi masih dapat diubah oleh kaprodi ataupun sekprodi sebagai pengambil keputusan akhir dengan berbagai pertimbangan.

Pengujian

Pengujian aplikasi bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan, berfungsi dengan baik dan menghasilkan keluaran (*output*) yang diinginkan serta dapat menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Berdasarkan standar IEEE, pengujian perangkat lunak adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengevaluasi kualitas produk dan untuk mengembangkannya dengan mengidentifikasi kelemahan dan permasalahan yang terjadi [16]. Pengujian aplikasi dilakukan dengan metode pengujian *black box*. *Black box testing* adalah teknik pengujian perangkat lunak yang digunakan untuk menentukan fungsionalitas aplikasi dimana fokus utama dari pengujian adalah tersedianya input untuk suatu aplikasi dan output yang diharapkan untuk setiap nilai input [17]. Hasil pengujian yang dilakukan seperti terlihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengujian aplikasi dengan metode *black box*

Fungsional	Skenario	Yang diharapkan	Pengamatan	simpulan
Login	1.Mengisi username dan password benar	Pengguna (user) dapat masuk ke halaman utama aplikasi	User dapat masuk aplikasi sesuai dengan hak akses yang diberikan oleh super admin	Sesuai dengan yang diharapkan
	2.Mengisi salah satu data (username/password) yang salah atau kosong	Muncul notifikasi kesalahan username atau password	Muncul notifikasi kesalahan username atau password	Sesuai dengan yang diharapkan
	3.username dan password kosong	Muncul notifikasi username dan password kosong	Muncul notifikasi username dan password kosong	Sesuai dengan yang diharapkan

Antarmuka penetapan dosen pembimbing	1. proses perhitungan penetapan dosen	Halaman akan menampilkan data skripsi berjalan dan daftar pembimbing	Halaman menampilkan daftar skripsi dan pembimbing sesuai hasil perankingan	Sesuai dengan keluaran yang diharapkan
	2. tombol setuju (<i>approve</i>)	Data tersimpan dalam basis data sesuai dengan item persetujuan kaprodi	Data tersimpan dalam basis data sesuai dengan penetapan dari kaprodi	Sesuai dengan yang diharapkan
	3. tombol batal	Membatalkan proses perankingan pembimbing, data tidak tersimpan di basis data.	Proses kembali ke tahap awal, data tidak tersimpan dalam basis data	Sesuai dengan yang diharapkan

PENUTUP

Dari hasil penulisan laporan penelitian ini, penulis dapat mengambil simpulan seperti berikut. Aplikasi yang dibangun dapat membantu Ketua Program Studi Informatika dalam menentukan dosen pembimbing Skripsi/Tugas Akhir dengan lebih mudah dan cepat. Algoritma *Simple Additive Weighting* (SAW) dapat diterapkan dalam aplikasi, sehingga mempermudah dan mempercepat proses menentukan dosen pembimbing dengan terlebih dahulu menetapkan bobot dari kriteria-kriteria tertentu sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan oleh Program Studi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Lembaga Penelitian (Lemlit) Universitas Langlangbuana. Kami berterima kasih kepada rekan-rekan kami dari Prodi Informatika UNLA, Lembaga Penelitian, dan juga reviewer internal UNLA yang telah memberikan wawasan dan keahlian yang sangat membantu penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hayati, "https://penelitianilmiah.com/," 21 Agustus 2020. [Online]. Available: <https://penelitianilmiah.com/pengertian-skripsi/>. [Diakses 20 Mei 2021].
- [2] A. SEVIMA, "SEVIMA," 27 April 2021. [Online]. Available: <https://sevima.com/peran-dosen-pembimbing-skripsi/>. [Diakses 20 Mei 2021].
- [3] E. Sugiyarti, K. A. Jasmi, B. Basiron, M. Huda, S. K. dan A. Maselena, "DECISION SUPPORT SYSTEM OF SCHOLARSHIP GRANTEE SELECTION USING DATA MINING," *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, vol. 119, no. 15, pp. 2239-2249, 2018.
- [4] I. Septiana, M. Irfan, A. R. Atmadja dan B. Subaeki, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTU DOSEN PENGUJI DAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MENGGUNAKAN FUZZY MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING DENGAN SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (Studi Kasus: Jurusan Teknik Informatika UIN SGD Bandung)," *JOIN (Jurnal Online Informatika)*, vol. I, no. 1, pp. 43-50, 2016.
- [5] E. Y. Anggraeni, "METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI DI STMIK PRINGSEWU," *TAM (Technology Acceptance Model)*, vol. 5, pp. 8-11, 2015.
- [6] U. Rizki, A. M. Zuhdi dan Kusriani, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DENGAN METODE NAIVE BAYES UNTUK PEMILIHAN DOSEN PEMBIMBING," *INFORMA*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [7] S. Purnama, "Metode Penelitian dan Pengembangan (Pengenalan untuk mengembangkan Produk Pembelajaran Bahasa Arab)," *LITERASI Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 4, no. 1, pp. 19-32, 2013.

- [8] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, Seventh Edition, New York: Mc Graw Hill, 2010.
- [9] M. Sholahuddin dan R. A. S., *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek (Edisi Revisi)*, Bandung: Informatika, 2018.
- [10] U. Rusmawan, *Teknik Penulisan Tugas Akhir dan Skripsi Pemrograman*, Jakarta: Elex Media Komputindo, 2019.
- [11] . D. R. Prehanto, *BUKU AJAR MODEL SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DENGAN AHP DAN IPMS*, Surabaya: SCOPINDO MEDIA PUSTAKA, 2020.
- [12] A. Nugroho, *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP*, Yogyakarta: Andi, 2010.
- [13] Henderi, *Sistem Basis Data: Model Relasional, SQL, dan Object Oriented Database*: Bintang Pustaka, Yogyakarta: Bintang Pustaka Madani, 2020.
- [14] L. Sitorus, *Algoritma dan Pemrograman*, Yogyakarta: ANDI, 2015.
- [15] F. N. Khasanah dan D. Setiyadi, "Uji Sensitivitas Metode Simple Additive Weighting dan Weighted Product Dalam Menentukan Laptop," *BINA INSANI ICT Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 55-64, Desember 2019.
- [16] J. Simarmata, *Rekayasa Perangkat Lunak*, Yogyakarta: Andi, 2010.
- [17] A. Verma, A. Khatana dan S. Chaudhary, "A Comparative Study of Black Box Testing and White Box Testing," *IJCSE (International Journal of Computer Sciences and Engineering)*, vol. V, no. 12, pp. 301-304, 2017.