



UNIVERSITAS
Dinamika

**PENERAPAN METODE *TABU SEARCH* PADA SISTEM
PENJADWALAN GURU DI SMA ANTARTIKA SIDOARJO**

TUGAS AKHIR



Program Studi
S1 Sistem Informasi

UNIVERSITAS
Dinamika

Oleh:

REYNALDI HIMAWAN FANANI

17410100023

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2024

**PENERAPAN METODE *TABU SEARCH* PADA SISTEM
PENJADWALAN GURU DI SMA ANTARTIKA SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Komputer**

Oleh:

Nama : Reynaldi Himawan Fanani

Nim : 17410100023

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : SISTEM INFORMASI



UNIVERSITAS
Dinamika

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2024

Tugas Akhir

PENERAPAN METODE *TABU SEARCH* PADA SISTEM PENJADWALAN GURU DI SMA ANTARTIKA SIDOARJO

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Reynaldi Himawan Fanani

NIM: 17410100023

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada: Selasa, 16 Juli 2024

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

I. Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom.,M.Eng.
NIDN: 0731057301

Digitally signed
by Anjik Sukmaaji
Date: 2024.08.08
14:46:04 +07'00'

II. Titik Lusiani, M.Kom.,
NIDN: 0714077401

Pembahas:

Julianto Lemantara, S.Kom.,M.Eng.
NIDN: 0722108601

Digitally signed
by Julianto
Date: 2024.08.08
17:42:32 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar Sarjana

Digitally signed by

Anjik Sukmaaji

Date: 2024.08.12

11:51:53 +07'00'

Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom.,M.Eng.

NIDN: 0731057301

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

UNIVERSITAS DINAMIKA



“Keep moving forward”

“Teruslah bergerak/berjalan maju”

UNIVERSITAS
Dinamika

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Kupersembahkan untuk semua orang yang ku sayangi dan pembaca sekalian.....
Terimakasih atas bantuan dan motivasi yang telah diberikan.*



UNIVERSITAS
Dinamika

SURAT PERNYATAAN

PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, saya :

Nama : Reynaldi Himawan Fanani

NIM : 17410100023

Program Studi : S1 Sistem Informasi

Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika

Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir

Judul Karya : **PENERAPAN METODE *TABU SEARCH* PADA SISTEM
PENJADWALAN GURU DI SMA ANTARTIKA SIDOARJO**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Surabaya, 7 Juli 2024

Yang menyatakan



Reynaldi Himawan Fanani

NIM: 17410100023

ABSTRAK

Penjadwalan adalah aspek krusial dalam pengelolaan efisien dan efektif di lingkungan Pendidikan SMA Antartika Sidoarjo saat ini masih menggunakan sistem penjadwalan dengan mencatat data melalui *Microsoft Excel*. Hal ini menimbulkan berbagai kendala seperti Proses penjadwalan memakan waktu hingga 4 minggu sampai disetujui oleh bagian kurikulum. Selain itu, sering terjadi kesalahan dalam memasukkan jadwal mengajar tiap guru dan ketidakseimbangan dalam jam mengajar, di mana beberapa guru mengajar melebihi atau kurang dari jam kontrak kerja yang ditentukan. Masalah tersebut menyebabkan kesalahan yang fatal dalam penjadwalan. Berdasarkan kondisi ini, peneliti bertujuan untuk mengembangkan sistem penjadwalan menggunakan metode *Tabu Search* untuk mengatasi permasalahan yang ada. Sistem ini diimplementasikan dengan mempertimbangkan *soft constraint* dan *hard constraint* yang biasa digunakan oleh SMA Antartika Sidoarjo dalam menyusun jadwal. Hasil dari implementasi sistem menggunakan metode *Tabu Search* menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi dan akurasi proses penjadwalan. Sistem ini menyusun jadwal mengajar dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan metode sebelumnya. Selain itu, sistem juga mampu memberikan rekomendasi jadwal yang optimal sesuai dengan kebutuhan, sehingga mempermudah proses penjadwalan bagi pihak sekolah. Semua guru dapat memenuhi kewajiban jam mengajar yang telah ditentukan, mengurangi ketidakseimbangan dalam distribusi jam mengajar. Penerapan *Tabu Search* pada sistem penjadwalan mata pelajaran sangat efektif dalam mengoptimalkan penjadwalan dengan mengurangi nilai konflik secara signifikan, yaitu sebesar 90% dan 89,2% pada dua kondisi yang berbeda, menunjukkan efisiensi algoritma dalam penanganan masalah penjadwalan. Di SMA Antartika Sidoarjo, penerapan sistem *Tabu Search* juga meningkatkan efisiensi waktu penyusunan jadwal secara signifikan, dari sekitar 4 minggu menjadi hanya 2 hari untuk input data dan beberapa menit untuk proses penjadwalan otomatis. Sistem ini tidak hanya mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyusun jadwal, tetapi juga mengurangi potensi kesalahan yang mungkin terjadi. Dengan adanya sistem ini, sekolah tidak lagi mengalami kesulitan dalam penyusunan jadwal mata pelajaran di setiap kelas, dan seluruh jadwal dapat disusun dengan mempertimbangkan semua *constraint* yang ada. Dengan demikian, sistem penjadwalan berbasis metode *Tabu Search* ini memberikan solusi yang komprehensif atas permasalahan yang dihadapi dalam proses penjadwalan di SMA Antartika Sidoarjo.

Kata Kunci: *Tabu Search, Penjadwalan, Guru, SMA Antartika Sidoarjo*

KATA PENGANTAR

Penulis bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir berjudul Penerapan Metode *Tabu Search* Pada Sistem Penjadwalan Guru Di SMA Antartika Sidoarjo. Penulis melakukan penelitian di SMA Antartika Sidoarjo. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Strata Satu di Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak sekali mendapat masukan dan kritik karena pada dasarnya penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan menyemangati dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini kepada:

1. Orang tua yang selalu memberikan doa, nasihat, dan dukungan moral kepada penulis.
2. Ibu Manis Fitri, S.Pd. selaku guru Bimbingan Konseling yang telah membantu dan memberikan informasi dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd. sebagai Rektor Universitas Dinamika.
4. Bapak Julianto Lemantara, S.Kom.,M.Eng. selaku Ketua Program Studi SI Sistem Informasi sekaligus dosen pembahas dan penguji yang telah memberikan arahan dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng. sebagai dosen pembimbing yang sabar dalam membimbing dan memberi semangat penulis selama penyusunan laporan tugas akhir.
6. Ibu Titik Lusiani, M.Kom., sebagai dosen pembimbing yang sabar dalam membimbing dan memberi semangat penulis selama penyusunan laporan tugas akhir.
7. Terima kasih kepada Anisa Dwi Febriani yang telah meyakinkan penulis untuk tetap semangat dalam menyelesaikan penelitian ini
8. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menghargai kritik dan saran dari semua pihak karena mereka menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas atas bantuan Anda.

Sidoarjo, 06 Juli 2024

Penulis



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Penjadwalan.....	5
2.3 Algoritma <i>Tabu Search</i>	7
2.4 Website	10
2.5 <i>Software Development Life Cycle (SDLC)</i>	10
2.6 <i>Black-Box Testing</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Analisis Sistem	14
3.2 <i>Communication</i>	14
3.2.1 <i>Project Initiation</i>	15
3.3 <i>Requirement Gathering</i>	17
3.3.1 Analisis Kebutuhan Pengguna.....	17
3.3.2 Analisis Kebutuhan Fungsional.....	18
3.3.3 Analisis Kebutuhan <i>Non Fungsional</i>	19
3.3.4 Diagram IPO.....	19
3.4 <i>Planning</i>	20

	Halaman
3.5 Modelling.....	21
3.5.1 Analisis dan Desain	21
3.6 <i>Construction</i>	30
3.7 <i>Deployment</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Penjadwalan <i>Tabu Search</i>	32
4.1.1 <i>Data Tabu Search</i>	32
4.1.2 Proses Penjadwalan <i>Tabu Search</i>	38
4.2 Implementasi Sistem Algoritma <i>Tabu Search</i>	40
4.2.1 Halaman Penjadwalan Mata Pelajaran Awal	41
4.2.2 Halaman Proses Penjadwalan <i>Tabu Search</i>	46
4.2.3 Halaman Hasil Penjadwalan <i>Tabu Search</i>	47
4.3 Evaluasi Sistem.....	49
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	128

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Data Jumlah Kelas Per Jurusan pada SMA Antartika Sidoarjo	1
Tabel 2.1 Penelitian Terhadulu	5
Tabel 3.1 Identifikasi Masalah.....	17
Tabel 3.2 Analisis Kebutuhan Pengguna	18
Tabel 3.3 Analisis kebutuhan <i>non</i> fungsional.....	19
Tabel 4.1 Jadwal Mata Pelajaran	33
Tabel 4.2 Data <i>Constraint</i>	38
Tabel 4.3 Hasil Implementasi Algoritma Tabu Search.....	41



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Algoritma <i>Tabu Search</i> (Glover & Laguna, 1997)	7
Gambar 2.2 Metode <i>Waterfall</i> (Pressman, 2015).....	11
Gambar 3.1 Tahap Penelitian Penerapan Metode <i>Tabu Search</i> pada Sistem Penjadwalan Guru di SMA Antartika Sidoarjo	14
Gambar 3.2 <i>Document Flow</i> Penjadwalan Guru.....	16
Gambar 3.3 Diagram IPO Sistem Penjadwalan	20
Gambar 3.4 <i>System Flow</i> Jadwal Mata Pelajaran	22
Gambar 3.5 <i>System Flow</i> Metode <i>Tabu Search</i>	23
Gambar 3.6 <i>System Flow Criteria Constraint</i>	24
Gambar 3.7 <i>System Flow</i> Laporan Penjadwalan Mata Pelajaran.....	25
Gambar 3.8 <i>System Flow</i> Laporan Beban Mengajar.....	26
Gambar 3.9 <i>Conceptual Data Model</i> (CDM)	28
Gambar 3.10 <i>Physical Data Diagram</i> (PDM)	29
Gambar 4.1 Flowchart Proses <i>Tabu Search</i>	40
Gambar 4.2 Halaman Mata Pelajaran Data Kelas.....	44
Gambar 4.3 Halaman Detil Mata Pelajaran	45
Gambar 4.4 Halaman Jadwal Mata Pelajaran Awal.....	45
Gambar 4.5 Halaman <i>Constraint</i>	46
Gambar 4.6 Halaman Penjadwalan Mata Pelajaran <i>Tabu Search</i>	47
Gambar 4.7 Halaman Simpan Jadwal Mata Pelajaran <i>Tabu Search</i>	47
Gambar 4.8 Laporan Jadwal Mata Pelajaran	48
Gambar 4.9 Halaman Detil Jadwal Mata Pelajaran <i>Tabu Search</i>	48
Gambar 4.10 Halaman Detil Konflik	49
Gambar 4.11 Halaman Detil Beban Mengajar	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Guru dan Struktur Kurikulum	53
Lampiran 2 Analisis Kebutuhan.....	58
Lampiran 3 Desain	76
Lampiran 4 Jadwal Kerja	124
Lampiran 5 Kartu Bimbingan	126
Lampiran 6 Hasil Plagiasi Turnitin.....	127



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

SMA Antartika Sidoarjo merupakan sekolah menengah atas swasta yang berada di kabupaten Sidoarjo, sekolah tersebut dibawah naungan Yayasan Pembina Pendidikan Wahyuana Surabaya, dengan status Terakreditasi A. SMA ini berlokasi di Jalan Siwalanpanji no. 6 Kelurahan Siwalanpanji kecamatan Buduran - Sidoarjo. Didirikan oleh Yayasan Pendidikan Wahyuhana pada tahun 1975. SMA Antartika Sidoarjo memiliki guru berjumlah 68 orang, dan 18 lainnya karyawan. SMA Antartika memiliki 40 ruang kelas, 13 ruang untuk kelas sepuluh, 14 ruang untuk kelas sebelas, 13 ruang untuk kelas dua belas. Rata-rata jumlah siswa pada setiap kelas kurang lebih 35 orang. Secara umum dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Jumlah Kelas Per Jurusan pada SMA Antartika Sidoarjo

No	Kelas	Jurusan	Jumlah Kelas
1	10	MIPA	8
2	10	IPS	5
3	11	MIPA	8
4	11	IPS	6
5	12	MIPA	7
6	12	IPS	6

Saat ini pengolahan jadwal guru pada SMA Antartika Sidoarjo, masih menggunakan sistem yang seadanya. Pada saat awal semester bagian tata usaha menyiapkan data apa saja yang dibutuhkan untuk membuat penjadwalan antara lain 1) Data kurikulum mata pelajaran. 2) Data kelas. 3) Data guru beserta kontrak kerjanya yang diperoleh dari bagian kurikulum seperti yang terlampir pada Lampiran 1. Kemudian tata usaha menjadwalkan mata pelajaran di setiap kelas. Setelah mata pelajaran di setiap kelasnya sudah terjadwal selanjutnya melakukan penjadwalan terhadap guru yang sesuai dengan mata pelajaran yang diampuh pada tiap kelas. Setelah proses penjadwalan selesai maka pihak tata usaha memberikan jadwal tersebut kepada bagian kurikulum untuk ditinjau dan disetujui. Apabila

bagian kurikulum belum menyetujui jadwal tersebut maka pihak tata usaha akan memploting ulang penjadwalan tersebut hingga disetujui.

Berdasarkan kondisi di atas menyebabkan berbagai masalah dalam proses penjadwalan seperti 1) Membutuhkan waktu 4 minggu dalam pembuatan jadwal karena perlu memperhatikan *constraint* yang ada tanpa basis data hingga bagian kurikulum setuju. 2) Kesalahan dalam memasukkan jadwal mengajar tiap guru. 3) Terdapat guru yang mengajar berlebih maupun kurang jam kontrak kerja yang seperti pada Tabel L2.2 pada saat penyusunan jadwal. Dampak dari hal di atas antara lain 1) Jadwal terbentuk ketika mendekati kegiatan belajar mengajar pada awal semester. 2) Pada proses perancangan memerlukan ketelitian. 3) Terdapat jadwal mengajar guru yang bertabrakan pada proses pembuatan jadwal.

Berdasarkan masalah di atas, peneliti akan merancang dan membangun sebuah sistem informasi pengolahan jadwal kegiatan belajar mengajar yang menerapkan metode *Tabu Search* pada proses penjadwalannya dengan memperhatikan beberapa *constraint* antara lain jam kontrak guru yang berbeda-beda; Beban mengajar guru minimal 4 jam dan maksimal 10 jam pelajaran per hari, dimana 1 jam pelajaran merupakan 45 menit dalam waktu sebenarnya; Bobot maksimal mata pelajaran perhari; Bagi guru yang sekolah induknya adalah SMA Antartika minimal mengajar sebanyak 4 hari sedangkan guru yang sekolah induknya bukan SMA Antartika minimal mengajar selama 2 hari. Aplikasi tersebut memiliki fitur yang dapat membantu proses penjadwalan antara lain 1) Mendata guru. 2) Mendata kelas. 3) Mendata mata pelajaran. 4) Membuat jadwal. 5) Menghasilkan laporan per kelas. 6) Menghasilkan laporan per guru. Dengan berbasis website, maka pengguna dapat dimudahkan untuk mengakses aplikasi. Bagian kurikulum dan tata usaha akan dimudahkan untuk penjadwalan guru. Selain itu memudahkan guru untuk melakukan pengecekan jadwal mengajar perhari.

Tabu Search adalah sebuah metode *metaheuristic* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi (Glover & Laguna, 1997). Menurut Triana (2016) menyatakan bahwa “Waktu yang digunakan untuk memperoleh jadwal dengan tingkat kebenaran 90 % yaitu *Tabu Search* dimana prosesnya lebih cepat, dan hasil terbaik dari proses iterasi (Global min) dibandingkan dengan metode ACO (*ant*

colony optimization)". Oleh karena itu *Tabu Search* mampu membuat proses penjadwalan mengajar menjadi merata dan hanya memerlukan waktu 5-15 menit.

Dalam hal ini peneliti menggunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi sumber daya guru yang dimiliki SMA Antartika Sidoarjo menggunakan metode *Tabu Search* dalam menjadwalkan mata pelajaran karena *Tabu Search* menggunakan metode *local search* yang membuat pencarian lebih cepat serta dapat memasukkan *constraint-constraint* yang dibutuhkan untuk menjadwalkan mata pelajaran. Hasil dari penjadwalan memperhatikan *constraint* sehingga menghasilkan jadwal terbaik yang bertujuan untuk optimasi sumber daya yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan, maka dapat dirumuskan bagaimana merancang dan membangun sistem penjadwalan pada SMA Antartika Sidoarjo.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, batasan masalah yang terkait dengan rancang bangun aplikasi Penjadwalan pada SMA Antartika Sidoarjo adalah sebagai berikut:

1. Data untuk simulasi diambil dari sekolah pada tahun 2019 selama satu semester.
2. Pengguna sistem penjadwalan adalah tata usaha, bagian kurikulum, dan guru.
3. Perancangan dibuat dengan ruang lingkup yaitu
 - a. Proses pengelolaan data guru, pengelolaan data mata pelajaran, pengelolaan data kelas, pengelolaan data hari, pengelolaan data jam pelajaran
 - b. Proses Transaksi Penjadwalan Guru terdiri dari *setting* Jadwal Mata Pelajaran, pengecekan *constraint* jadwal yang baru di-*setting*, proses transaksi *Tabu Search*
 - c. Proses Pelaporan terdiri dari laporan jadwal secara keseluruhan, dan laporan beban mengajar guru
4. Sistem ini menggunakan algoritma *Tabu Search* dengan *constraint*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah sistem penjadwalan yang berada di SMA Antartika Sidoarjo dengan menerapkan metode algoritma *Tabu Search* untuk menghasilkan jadwal guru yang sesuai dengan ketentuan yang ada dengan waktu yang lebih cepat.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari sistem yang dibangun pada aplikasi Penjadwalan pada SMA Antartika Sidoarjo yaitu:

1. Menghasilkan sistem penjadwalan.
2. Membuat jadwal yang lebih teratur.
3. Membantu sekolah dalam merumuskan penjadwalan.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis menggunakan penelitian sebelumnya sebagai acuan dalam melakukan penelitian mereka untuk memperkuat teori yang digunakan dalam penelitian mereka. Penelitian sebelumnya menemukan judul penelitian yang hampir sama. Penelitian terdahulu ini disertakan dalam jurnal yang terkait dengan penelitian saat ini khususnya penjadwalan pada mata pelajaran dan guru. Penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
Resa Dwiantoro (2017)	Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode <i>Tabu Search</i> Pada SMPN 2 Waru	Hasil dari penelitian berupa sebuah sistem penjadwalan kegiatan belajar mengajar yang memudahkan akademik dalam menyampaikan informasi kegiatan belajar mengajar kepada guru yang dapat dilihat melalui website.	Pada aplikasi yang dibuat terdapat <i>constraint</i> yang mampu merubah <i>value</i> berdasarkan kebutuhan sekolah.
Andang Dwi Jayanto (2015)	Sistem Informasi Penjadwalan Mata Pelajaran Pada Smp Negeri 1 Petarukan Pematang	Hasil penelitian berupa sistem penjadwalan guru yang dimana proses mengacak data tugas mengajar guru dan diperiksa apakah guru sudah mengajar pada jadwal yang dialokasikan, jika terdapat bentrok maka jadwal antar guru akan ditukar.	Perbedaan terletak pada proses yang dilakukan, penelitian dilakukan pengacakan jadwal mengajar guru dan memeriksa bentrok mengajar guru, sedangkan pada penelitian sekarang memperhatikan banyak <i>constraint</i> , seperti bobot mata pelajaran dan guru dalam sehari.

2.2 Penjadwalan

Schroeder dalam (Dwiantoro, 2017) menyatakan bahwa “Penjadwalan dapat didefinisikan sebagai suatu petunjuk atau indikasi apa saja yang harus dilakukan, dengan siapa, dan dengan peralatan apa yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada waktu tertentu”. Menurut Pinedo dalam (Dwiantoro, 2017) menyatakan bahwa “Penjadwalan selalu berhubungan dengan pengalokasian

sumber daya yang ada pada jangka waktu tertentu, hal tersebut adalah proses pengambilan keputusan yang tujuannya adalah untuk optimalisasi.

Dalam masalah penjadwalan mata pelajaran, sejumlah mata pelajaran yang dialokasikan ke sejumlah ruang kelas yang tersedia dan sejumlah *slot* waktu disertai dengan *constraints*. *Constraints* terbagi atas dua jenis, yaitu *hard constraints* dan *soft constraints* (Petrovic & Burke, 2004). *Hard constraint* merupakan batas-batas yang harus diterapkan pada penjadwalan dan harus dipenuhi, solusi yang tidak melanggar *hard constraint* disebut dengan solusi yang layak. Sedangkan *soft constraint* didefinisikan sebagai batas-batas mengenai alokasi sumber daya yang jika dilanggar masih menghasilkan solusi yang layak. *hard constraints* yang akan digunakan pada aplikasi ini antara lain:

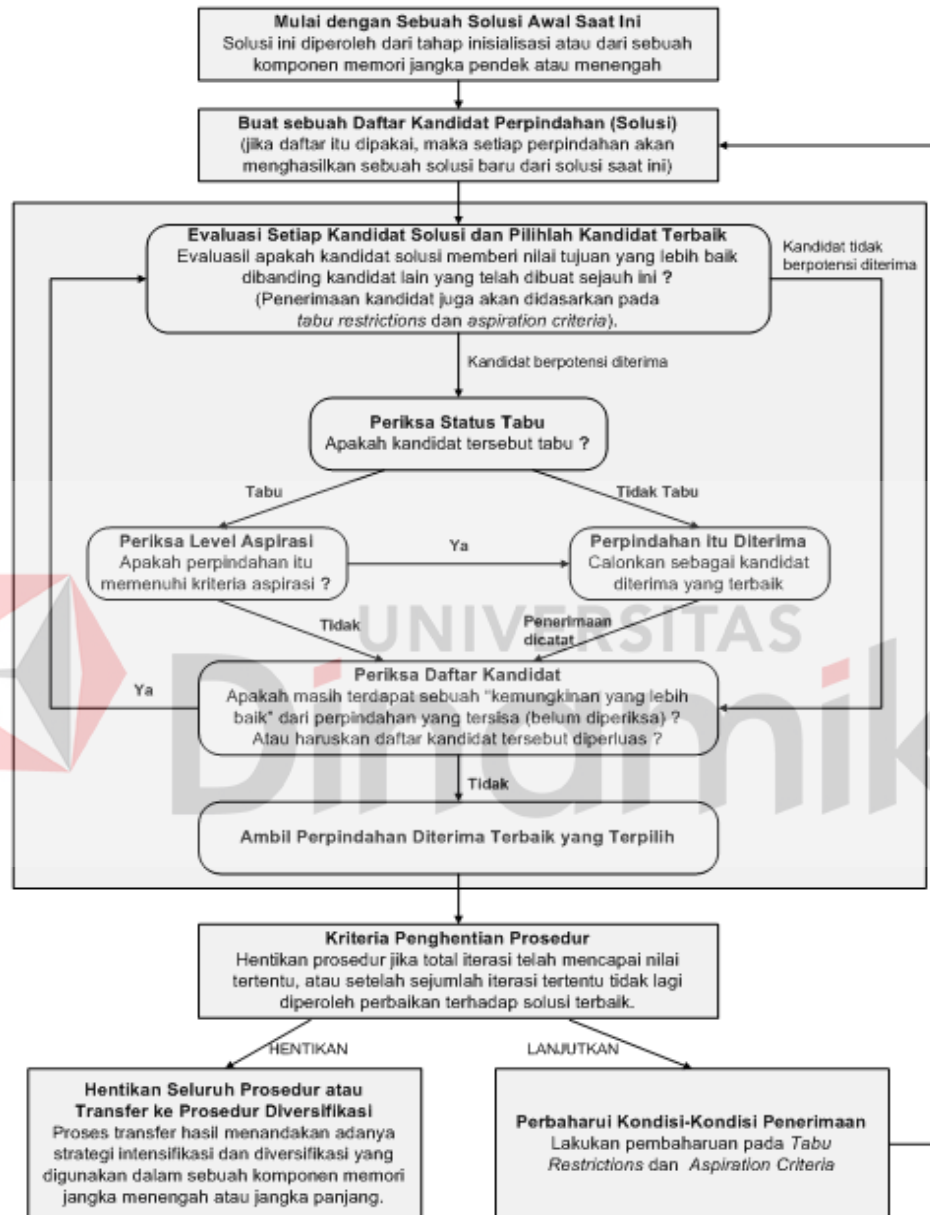
- a. Guru yang mengajar tidak boleh mengajar lebih dari satu kelas atau mengajar di lain kelas pada waktu yang sama.
- b. Guru tidak boleh mengajar melebihi dari maksimal 2 jam mengajar perhari dalam satu mata pelajaran di kelas yang sama.
- c. Jam maksimal mata pelajaran berurutan adalah 2 jam perhari.
- d. Bobot mata pelajaran tidak melebihi dari kurikulum yang telah ditentukan seperti pada Lampiran 1.
- e. Jam belajar dimulai pukul 06:40-16:00 WIB untuk hari Senin sampai Kamis sedangkan untuk hari Jumat dimulai pukul 06:40-11:15 WIB.
- f. Jam istirahat siswa pada hari Senin sampai Kamis berjalan 2 kali dimulai pukul 09:45-10:00 WIB dan 11:30-12:00 WIB.
- g. Maksimal kegiatan belajar mengajar adalah 10 jam perhari, khusus hari jum'at 6 jam perhari.

Kemudian *Soft Constraint* yang akan digunakan pada Aplikasi ini antara lain:

- a. Guru mengajar minimal 2 hari bagi guru yang sekolah induknya bukan SMA tersebut, sedangkan minimal 4 hari bagi guru yang sekolah induknya adalah SMA tersebut (*soft constraints*).
- b. Terdapat guru mengajar lebih dari satu mata pelajaran (*soft constraint*).

2.3 Algoritma *Tabu Search*

Tabu Search (TS) diperkenalkan pertama kali oleh Glover sekitar tahun 1986. Glover menyatakan TS adalah salah satu prosedur metaheuristik tingkat tinggi untuk penyelesaian masalah optimisasi kombinatorial.



Gambar 2.1 Algoritma *Tabu Search* (Glover & Laguna, 1997)

Tabu Search adalah sebuah metode optimasi yang berbasis pada local search. Proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya, dengan cara memilih solusi terbaik neighbourhood solusi sekarang (current) yang tidak tergolong solusi terlarang (tabu). Kata “Tabu atau Taboo” berasal dari Tongan,

suatu bahasa polinesia yang digunakan oleh suku Aborigin Pulau tonga untuk mengindikasikan suatu hal yang tidak boleh “disentuh” karena sakralnya. Tabu berarti larangan yang dipaksakan oleh kebudayaan sosial sebagai suatu tindakan pencegahan atau suatu yang dilarang karena berbahaya. Bahaya yang harus dihindari dalam Tabu Search adalah penjadwalan yang tidak layak, dan terjebak tanpa ada jalan keluar (Candra, 2016).

Ide dasar dari algoritma *Tabu Search* adalah mencegah proses pencarian dari *local search* agar tidak melakukan pencarian ulang pada solusi yang pernah ditelusuri (Betrianis & Aryawan, 2003). Pemilihan kandidat terbaik didasarkan nilai fungsi tujuan. Pemeriksaan nilai fungsi tujuan lebih diutamakan sebelum pemeriksaan status tabu. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 Algoritma *Tabu Search*.

Penjelasan dari gambar adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai awal yang akan ditetapkan sebagai kandidat solusi.
2. Menentukan solusi alternatif yaitu dengan melakukan move (menukarkan) beberapa titik dalam solusi.
3. Mengevaluasi solusi-solusi alternatif dengan tabu list untuk melihat apakah kandidat solusi (solusi alternatif) tersebut sudah ada pada tabu list. Apabila solusi alternatif sudah ada dalam tabu list, maka solusi alternatif tersebut tidak akan dievaluasi lagi. Apabila solusi alternatif belum terdapat dalam tabu list, maka solusi alternatif tersebut disimpan dalam tabu list sebagai solusi alternatif terbaik.
4. Memilih solusi terbaik dan menetapkannya sebagai solusi optimum baru.
5. Apabila kriteria pemberhentian terpenuhi maka proses berhenti dan diperoleh solusi optimum. Jika tidak, proses kembali berulang dimulai dari langkah ke empat.

Apabila nilai fungsi tujuan sebuah kandidat lebih baik daripada yang lain, maka kandidat tersebut berpotensi untuk diterima sehingga perlu diperiksa status tabunya. Urutan pemeriksaan nilai fungsi tujuan kemudian status tabu memberikan kemungkinan proses penyelesaian program lebih cepat. Prinsip yang digunakan adalah *global-best strategy* (GB). GB adalah strategi dimana algoritma akan

mengganti solusi terbaik saat ini dengan solusi terbaik yang ada pada *neighborhood*.

Algoritma *Tabu Search* menggunakan struktur memori yang fleksibel. Sehingga memperbolehkan untuk mengeksploitasi kembali hasil evaluasi dan pencarian terlebih dahulu. Secara umum komponen utama pada *Tabu Search* adalah sebagai berikut:

1. Representasi Solusi : Setiap solusi *feasible* pada suatu permasalahan optimasi harus direpresentasikan secara unik.
2. Fungsi *cost* : setiap fungsi *cost* (fungsi tujuan) akan memetakan setiap solusi *feasible* ke nilai *cost*-nya.
3. *Neighbourhood* : suatu fungsi yang akan memetakan solusi *feasible* S ke solusi-solusi yang lain.
4. *Tabu List* : suatu daftar yang berisi gerakan terakhir.
5. Jumlah elemen yang harus ada pada suatu solusi.

Menurut Glover (1989), algoritma *Tabu Search* secara garis besar dapat ditulis sebagai berikut:

Tetapkan:

1. $X =$ Matriks input berukuran $n \times m$
2. $MaxItr =$ Maksimum iterasi
3. $S =$ bangkitkan solusi secara acak
4. $GlobalMin = Fcost$
5. $Best = S$.
6. $TabuList = []$.
7. Kerjakan dari $k=1$ sampai $MaxItr$:
8. $BestSoFar = FCost(S)$.
9. $BestMove = S$.
10. Kerjakan dari $i=1$ sampai $(n-1)$:
11. Kerjakan dari $j=1$ sampai $(n-1)$:
12. $L =$ Tukar($S[i],S[j]$).
13. $Cost = Fcost(L)$.
14. Jika ($L \notin TabuList$) atau ($Cost < GlobalMin$), kerjakan:
15. Jika ($Cost < BestSoFar$), kerjakan:

16. $BestSoFar = Cost.$
17. $BestMove = L$
18. $S = BestMove$
19. Tambahkan S ke TabuList
20. Jika $BestSoFar < GlobalMin$, Kerjakan:
21. $GlobalMin = BestSoFar.$
22. $Best = BestMove$

Solusi akhir adalah *Best*, dengan *cost* sebesar GlobalMin.

2.4 Website

Menurut Janner dalam (Sasongko, 2020) *website* adalah kumpulan dari halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar, animasi, suara, baik bersifat statis atau dinamis yang membentuk satu rangkaian yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman yang biasa disebut *link*. Secara teknis *website* adalah sebuah sistem dimana informasi dalam bentuk teks, gambar, suara dan lain-lain yang tersimpan dalam sebuah *internal web server* dipresentasikan dalam bentuk *hypertext*.

2.5 Database

Sistem basis data atau *database* adalah suatu sistem komputer yang tujuan utamanya adalah memelihara data atau informasi yang telah diproses dan menyediakan informasi bila diperlukan. Pada hakikatnya database merupakan sarana menyimpan data agar dapat diakses dengan mudah dan cepat (Sukamto & Shalahuddin, 2016).

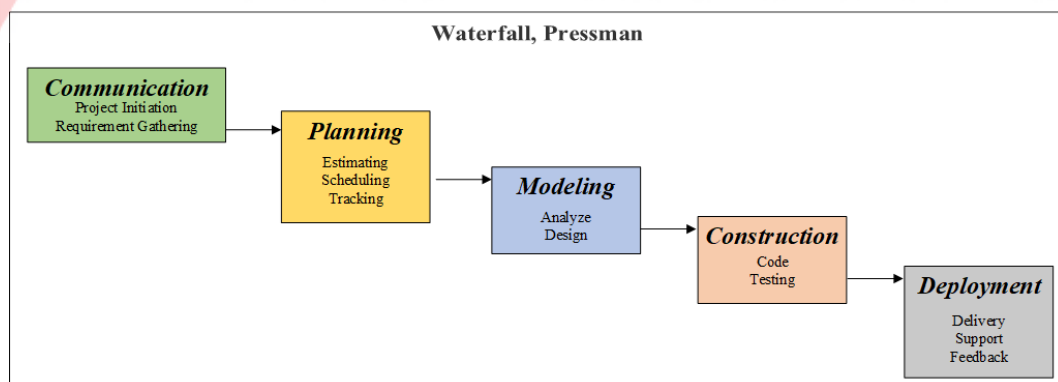
2.6 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) adalah representasi grafik yang menggambarkan aliran informasi yang diaplikasikan sebagai data yang mengalir dari masukan (*input*) dan keluaran (*output*). DFD dapat digunakan untuk merepresentasikan sebuah sistem atau perangkat lunak pada beberapa level abstraksi dan dapat dibagi menjadi beberapa level yang lebih detail untuk merepresentasikan aliran informasi atau fungsi yang lebih detail. Berikut ini adalah tahapan-tahapan perancangan dengan menggunakan DFD (Sukamto & Shalahuddin, 2016):

1. Membuat DFD Level 0 atau *Context Diagram* menggambarkan sistem yang akan dibuat sebagai suatu entitas tunggal yang berinteraksi dengan orang maupun sistem lain.
2. Membuat DFD Level 1 menggambarkan modul-modul yang ada dalam sistem yang akan dikembangkan.
3. Membuat DFD Level 2 menggambarkan *breakdown* dari modul-modul pada DFD Level 1 tergantung pada tingkat kedetailannya.
4. Membuat DFD Level 3 dan seterusnya menggambarkan *breakdown* dari modul pada DFD Level sebelumnya.

2.7 Software Development Life Cycle (SDLC)

(Pressman, 2015) metode Waterfall (Linear Sequential Model) adalah metode klasik yang bersifat sistematis dalam pembangunan perangkat lunak. Metode yang sering disebut dengan “*Classic Life Cycle*” ini termasuk dalam metode generik pada rekayasa perangkat lunak. Metode ini dianggap kuno karena diciptakan oleh Winstone Royce (1970), namun merupakan metode yang paling sering digunakan. Disebut dengan nama “*Waterfall*” karena tahap berikutnya tidak akan berjalan jika tahap sebelumnya belum terselesaikan sepenuhnya (sistematis). Berikut tahapan dalam metode *Waterfall* Pressman pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Metode *Waterfall* (Pressman, 2015)

a) *Communication (Project Initiation, Requirements Gathering)*

Tahap pertama dalam metode *Waterfall* adalah *Communication*. Tahap ini adalah tahap mengumpulkan informasi dari pelanggan terkait masalah yang

dihadapi. Hasil dari tahap ini adalah inisiasi proyek, analisis masalah an informasi terkait masalah yang dihadapi.

b) *Planning (Estimating, Schedulling, Tracking)*

Tahap berikutnya adalah tahap perencanaan. Tahap ini adalah tahap yang menjelaskan estimasi dan kemungkinan resiko yang akan terjadi, penjadwalan kerja dan *tracking progress* dari pekerjaan ini.

c) *Modeling (Analyze, Design)*

Tahap ini adalah tahap perancangan model dari sistem yang akan dikerjakan. Tahap ini bertumpu pada perancangan struktur data, komposisi aplikasi dan desain antarmuka.

d) *Construction (Code, Testing)*

Tahap ini adalah tahap perwujudan aplikasi (*code*) dari tahap sebelumnya. Setelah itu dilakukan pengecekan (*testing*) terhadap hasil aplikasi untuk menemukan kesalahan dan kekurangan yang nantinya akan diperbaiki.

e) *Deployment (Delivery, Support, Feedback)*

Tahap *deployment* adalah tahap implementasi aplikasi yang telah dihasilkan ke pelanggan. Selain itu tahap ini juga merupakan tahap pemeliharaan aplikasi, *evaluasi* aplikasi, perbaikan dan pengembangan aplikasi dari umpan balik pengguna.

2.8 Testing

Testing menggambarkan dasar pengujian perangkat lunak adalah bahwa perangkat lunak haru memiliki atribut yang memungkinkan mereka untuk beroperasi, kemampuan untuk bisa diobservasi, kemampuan untuk dapat dikontrol, kemampuan untuk dapat disusun, kesederhanaan, stabilitas dan kemampuan untuk dapat dipahami. Dalam pengujian aplikasi konvensional terdapat dua macam *testing* yaitu *Black Box Testing* dan *White Box Testing*. *Black Box Testing* merupakan pengujian aplikasi dari pandangan eksternal atau antarmuka perangkat lunak, sedangkan *White Box Testing* merupakan pengujian aplikasi dari pandangan internal atau pemeriksaan yang teliti terhadap detail prosedural (Setiyani, 2018).

2.9 Black-Box Testing

Menurut Pressman pada (Sasongko, 2020) *application testing* adalah untuk menemukan dan memperbaiki sebanyak kesalahan dalam *program*. Salah satu pengujian yang baik adalah pengujian yang memiliki probabilitas tinggi dalam menemukan kesalahan dan melakukan verifikasi terlebih dahulu. Tujuan akhir dari *testing* yaitu untuk mendapatkan informasi yang dapat diulang secara konsisten dengan cara paling mudah.

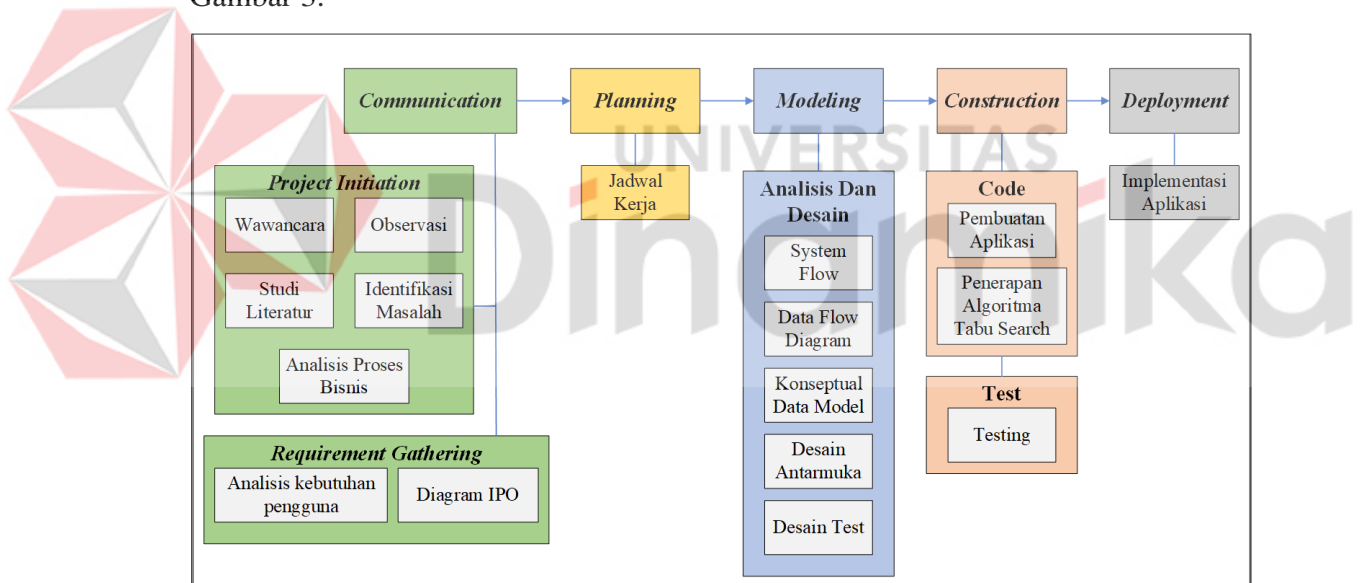


UNIVERSITAS
Dinamika

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan tahapan dalam membuat rancangan sistem yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan yang ada pada penjadwalan mata pelajaran yang berada di SMA Antartika Sidoarjo yang menggunakan metode *System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall*. Metode ini digunakan sebagai landasan dalam pembuatan aplikasi penjadwalan guru secara terstruktur dan berurutan. Berikut tahap – tahap penilitian Penerapan Metode *Tabu Search* pada Sistem Penjadwalan Guru di SMA Antartika SIdoarjo pada Gambar Gambar 3.



Gambar 3.1 Tahap Penelitian Penerapan Metode *Tabu Search* pada Sistem Penjadwalan Guru di SMA Antartika Sidoarjo

3.2 Communication

Tahap *Communication* adalah tahap awal yaitu berkomunikasi dengan para pengguna untuk mengumpulkan informasi tentang kendala keadaan yang terjadi pada sekolah. Ada dua kegiatan dalam tahap *Communication* yaitu *Project Initiation* dan *Requirement Gathering*.

3.2.1 Project Initiation

A. Wawancara

Tahap wawancara dilakukan dengan bapak Andri yang menjabat sebagai salah satu staf kurikulum untuk mengetahui beberapa informasi berupa Gambaran umum proses penjadwalan SMA Antartika Sidoarjo, jumlah kelas yang ada pada SMA Antartika Sidoarjo, struktural kurikulum dan Data guru.

B. Observasi

Observasi dilakukan pada proses penjadwalan yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang data apa saja yang diperlukan oleh proses penjadwalan mata pelajaran.

C. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mencari referensi yang berhubungan dengan topik yang diusulkan. Studi literatur bertujuan untuk mendalami konsep teori untuk penerapan metode dalam sistem yang dibuat. Referensi didapatkan dari buku, jurnal, dan peraturan yang ada di SMA Antartika. Referensi tersebut mengenai hal-hal sebagai berikut:

1. Sistem penjadwalan mata pelajaran
2. Analisis sistem
3. Perancangan sistem
4. *System Development Life Cycle Waterfall*

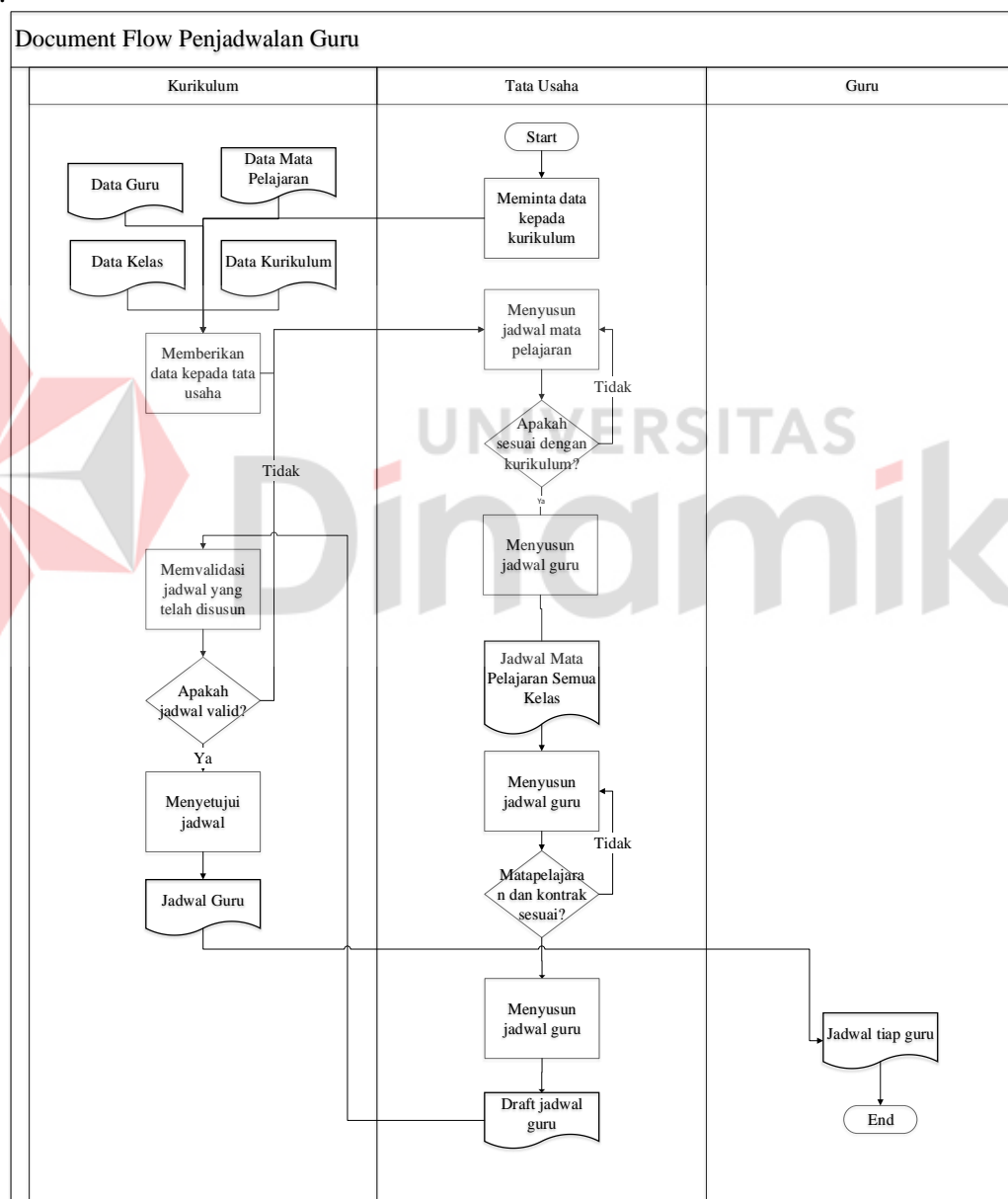
D. Analisis Proses Bisnis

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi penjadwalan dilakukan setiap awal tahun ajaran baru yang dilakukan oleh bagian kurikulum dan dibantu oleh bagian tata usaha. Pihak tata usaha menerima data dari bagian kurikulum yang berkaitan dengan penjadwalan.

Proses penjadwalan diawali dengan menjadwalkan mata pelajaran di setiap kelas. Setelah mata pelajaran di setiap kelasnya sudah terjadwal selanjutnya melakukan penjadwalan terhadap guru yang sesuai dengan mata pelajaran yang diampuh. Masalah yang ditemui adalah jumlah jam mengajar guru yang berada di SMA Antartika Sidoarjo berbeda-beda, sehingga bagian tata usaha sendiripun

masih sering mengulangi proses plotting ulang jadwal lagi agar mendapatkan porsi yang sesuai dengan kontrak kerja masing-masing guru.

Setelah proses penjadwalan selesai maka pihak tata usaha memberikan jadwal tersebut kepada bagian kurikulum untuk ditinjau dan disetujui. Apabila bagian kurikulum belum menyetujui jadwal tersebut maka pihak tata usaha akan memploting ulang penjadwalan tersebut. Document Flow Penjadwalan Guru dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Document Flow Penjadwalan Guru

E. Identifikasi Masalah

Tabel 3.3 Identifikasi Masalah

Masalah	Dampak	Solusi
Membutuhkan waktu 4 minggu dalam pembuatan jadwal karena perlu memperhatikan batasan yang sudah ditentukan oleh sekolah hingga disetujui bagian kurikulum	Jadwal terbentuk setelah hampir mendekati kegiatan belajar mengajar diawal semester.	Dibutuhkan aplikasi yang mampu merancang jadwal dalam waktu singkat.
Terdapat guru yang mengajar berlebih maupun kurang jam pada saat penyusunan jadwal. Sehingga perlu mengulang.	Pada proses perancangan memerlukan ketelitian untuk mengalokasikan jadwal tiap guru perminggunya.	Dibutuhkan aplikasi yang dapat memeriksa bobot jam guru sesuai dengan kontrak jam kerja.
Kesalahan dalam memasukkan jadwal mengajar tiap guru.	Terdapat jadwal mengajar guru yang bertabrakan.	Dibutuhkan aplikasi penjadwalan yang dapat menjadwalkan guru pada satu kelas saja di waktu yang sama.

3.3 Requirement Gathering

3.3.1 Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis Kebutuhan Pengguna merupakan tahapan penting dalam proses pengembangan aplikasi yang bertujuan untuk mendalami data dan informasi yang menjadi kebutuhan utama pengguna. Hal ini krusial agar aplikasi dapat beroperasi sesuai dengan harapan dan kebutuhan yang diinginkan pengguna. Berdasarkan hasil analisis ini, pengguna yang terlibat dalam aplikasi ini terdiri dari unsur-unsur seperti bagian kurikulum dan para guru. Informasi lebih detail mengenai analisis kebutuhan pengguna ini dapat ditemukan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.4 Analisis Kebutuhan Pengguna

Pengguna	Kebutuhan Fungsi	Kebutuhan Data	Kebutuhan Informasi
Admin (Tata Usaha)	<i>Maintenance Data Master</i>	a. Data Role <i>User</i> b. Data User c. Data Status Guru d. Data Guru e. Data Kategori Pelajaran f. Data Mata Pelajaran g. Data Struktur Kurikulum h. Data Kelas i. Data Hari j. Data Jam Pelajaran	a. Laporan Data Role User b. Laporan Data User c. Laporan Data Status Guru d. Laporan Data Guru e. Laporan Data Kategori Pelajaran f. Laporan Data Mata Pelajaran g. Laporan Data Struktur Kurikulum h. Laporan Data Kelas i. Laporan Data Hari j. Laporan Data Jam Pelajaran
	Penjadwalan Mata Pelajaran	a. Data Guru b. Data Mata Pelajaran c. Data Struktur Kurikulum d. Data Jadwal Mata Pelajaran e. Data Hari f. Data <i>Constraint</i> g. Data <i>Tabu Search</i>	Jadwal Mata Pelajaran
	Laporan	Jadwal Mata Pelajaran <i>Tabu Search</i>	a. Laporan Penjadwalan Mata Pelajaran b. Laporan Beban Mengajar
Guru	Melihat Laporan Rincian Beban Mengajar	Jadwal Mata Pelajaran <i>Tabu Search</i>	Informasi rincian jadwal mata pelajaran dan guru mengajar
Kurikulum	Melihat Laporan Penjadwalan Mata Pelajaran	Jadwal Mata Pelajaran <i>Tabu Search</i>	Informasi jadwal mata pelajaran

3.3.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan suatu layanan sistem yang harus disediakan dan bagaimana sistem berinteraksi dengan pengguna sistem, seperti pengguna dapat melakukan apa saja di dalam sistem. Hasil Implementasi fungsi ini didapatkan dari hasil analisis kebutuhan pengguna. Analisis Kebutuhan Fungsional Sistem Aplikasi Penjadwalan Guru pada SMA Antartika Sidoarjo dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.3.3 Analisis Kebutuhan *Non Fungsional*

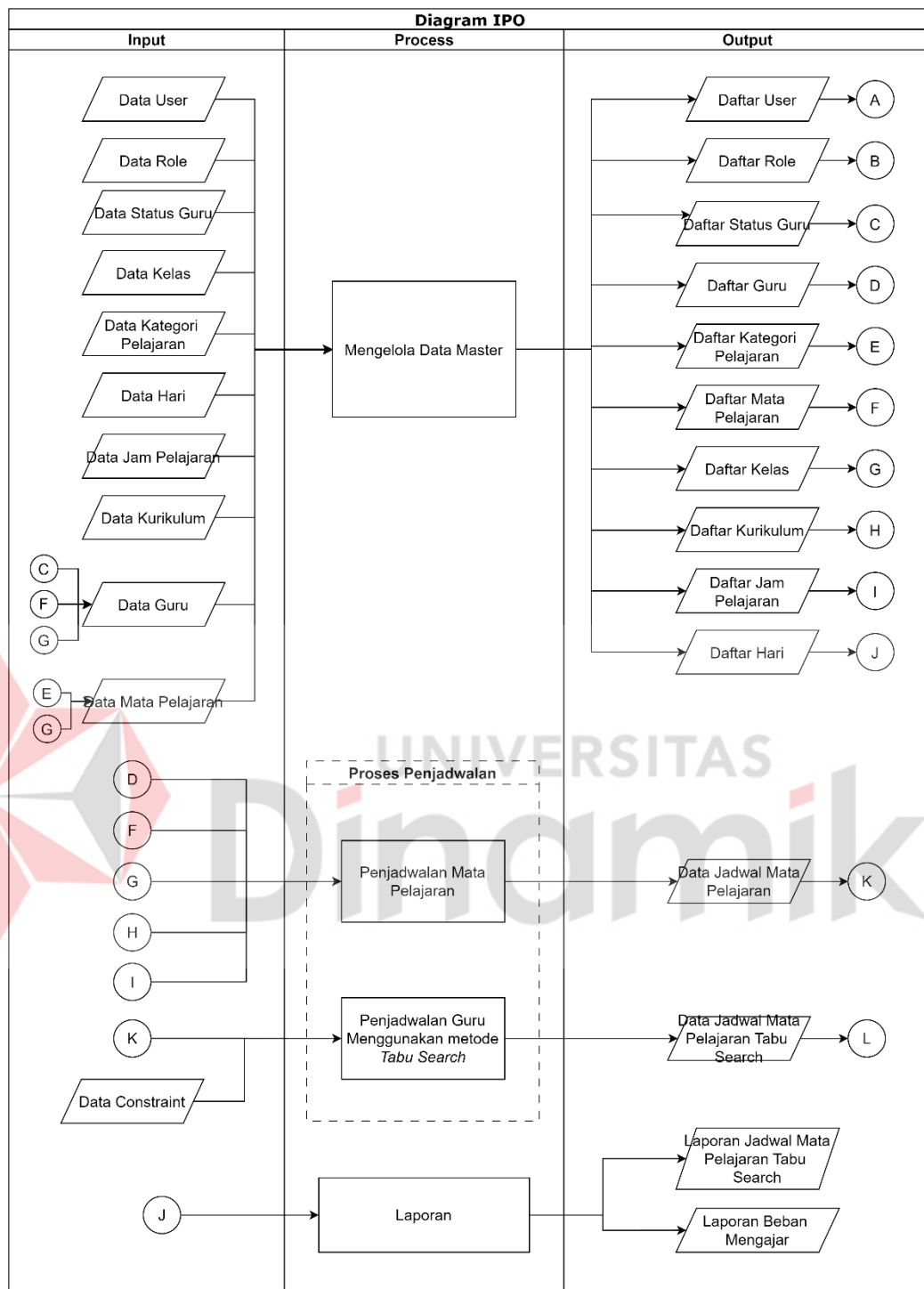
Analisis kebutuhan non fungsional adalah proses yang mendalam untuk mengidentifikasi serta merinci spesifikasi kebutuhan sistem dan pengaturan hak akses yang berlaku. Setiap entitas, termasuk pengguna dan *administrator* memiliki peran yang ditentukan dalam mengakses dan menggunakan fungsi-fungsi sistem ini. Informasi terperinci mengenai Analisis Kebutuhan Non Fungsional dapat dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 3.3.

Tabel 3.5 Analisis kebutuhan *non fungsional*

Kriteria	Kebutuhan Non Fungsional
<i>Reliability</i>	Kebutuhan terkait kehandalan sistem termasuk juga faktor keamanan (<i>security</i>) sistem. Aplikasi hanya dapat digunakan oleh pengguna yang telah terdaftar dengan hak akses masing-masing.
<i>Portability</i>	Kemudahan dalam pengaksesan sistem khususnya terkait dengan faktor waktu dan lokasi pengaksesan. Perangkat atau teknologi tersebut meliputi perangkat lunak, perangkat keras, dan perangkat jaringan. Aplikasi Penjadwalan Guru dapat diakses melalui perangkat perangkat laptop dan <i>handphone</i> .
<i>Supportability</i>	Kebutuhan terkait dengan dukungan dalam penggunaan sistem atau perangkat lunak. Pada aplikasi Penjadwalan Guru yaitu aplikasi dapat dijalankan di berbagai macam web <i>browser</i> .

3.3.4 Diagram IPO

Diagram *input* dan *output* adalah sebuah alat visual yang digunakan untuk menggambarkan secara sistematis dan terstruktur bagaimana data masukan melewati serangkaian langkah atau proses untuk menghasilkan *output* akhir. Diagram ini membantu untuk memvisualisasikan setiap tahapan yang terlibat dalam proses tersebut, mulai dari tahap awal penerimaan data masukan, proses atau transformasi yang dilakukan terhadap data tersebut, hingga akhirnya menghasilkan *output* yang diinginkan atau diharapkan. Diagram IPO dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram IPO Sistem Penjadwalan

3.4 Planning

Pada tahapan *planning* merupakan tahapan yang berisi tentang jadwal penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini. Jadwal penelitian dibuat

berdasarkan metode penelitian yang digunakan yaitu tahap *communication* hingga tahap *deployment*. Jadwal kerja dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.5 Modelling

Pada tahapan modeling merupakan tahapan untuk pemodelan sistem penjadwalan. Pada tahapan modeling dibagi menjadi dua bagian yaitu analisis sistem dan perancangan sistem.

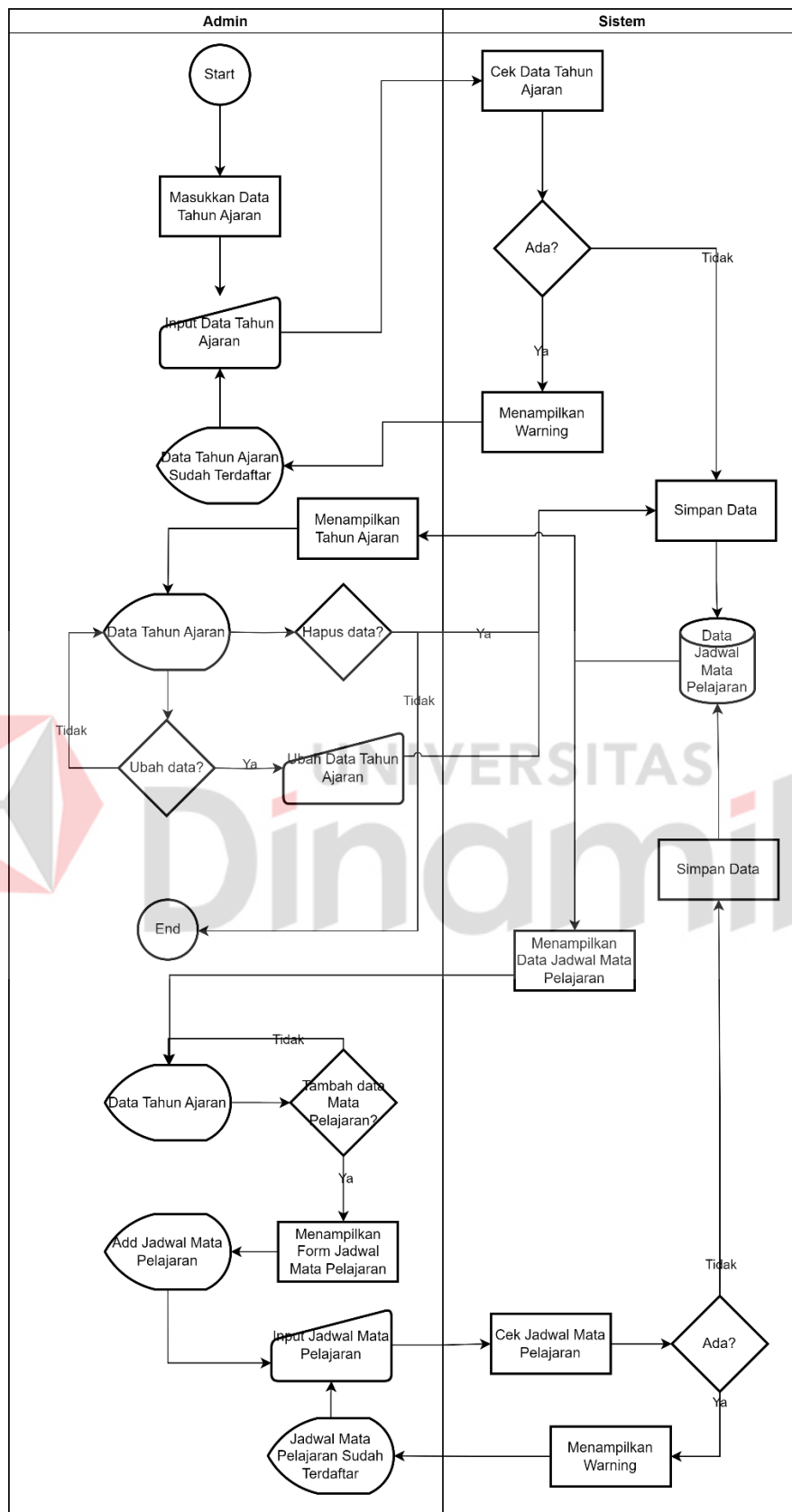
3.5.1 Analisis dan Desain

A. System Flow Diagram

System Flow Diagram atau biasa disebut diagram alir sistem adalah representasi grafis dari pergerakan data atau informasi dalam suatu sistem. Aplikasi Penjadwalan Guru SMA Antartika Sidoarjo menghasilkan informasi data jadwal mata pelajaran masing-masing kelas dan guru pada SMA Antartika Sidoarjo. *System Flow Diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.4 sampai Gambar 3.8 dan terdapat pada Lampiran 3 Gambar L3.1 sampai L3.10.

1) *System Flow* Jadwal Mata Pelajaran

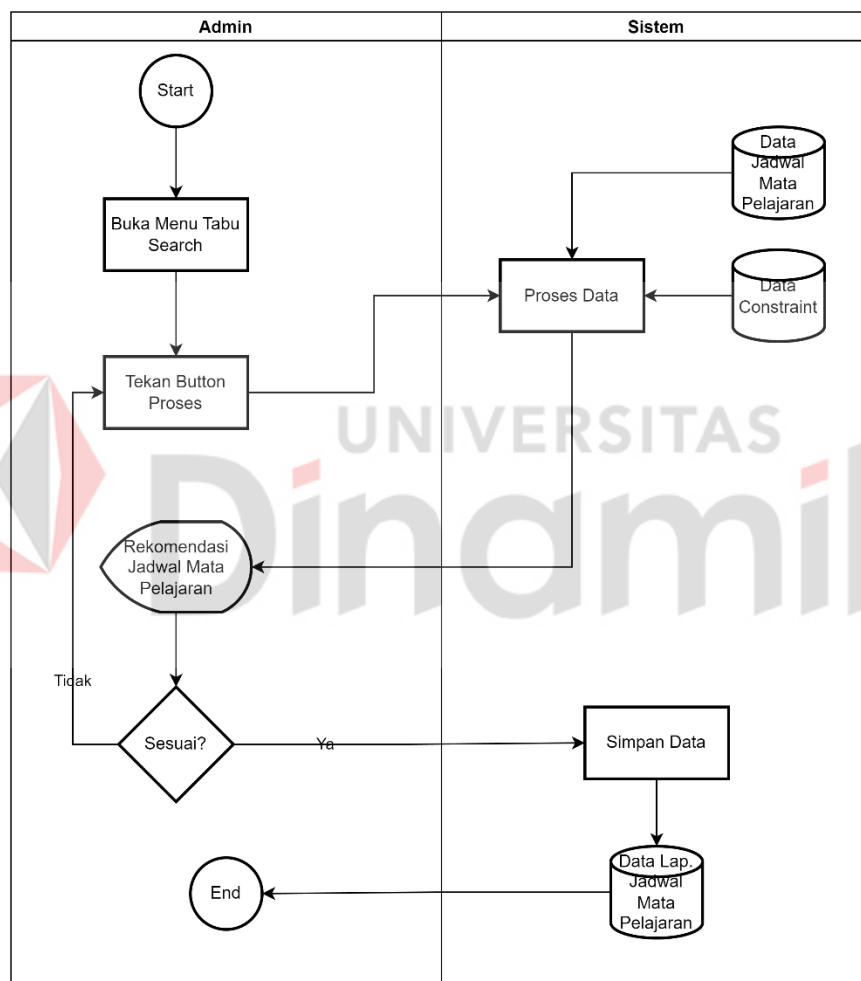
Diagram alur ini memiliki alur dimana guru dan admin dapat melihat, menambah, mengubah, dan menghapus data hari. Dalam menambah data kelas, sistem akan mengecek apakah data sudah ada atau tidak agar tidak menimbulkan data ganda. Diagram alur sistem pengelolaan data hari dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 System Flow Jadwal Mata Pelajaran

2) System Flow Metode Tabu Search

Diagram alur ini memiliki alur dimana guru dan admin dapat menambahkan data *tabu size* dan maksimal iterasi. Dalam menambah data *tabu size* dan maksimal iterasi, sistem akan melakukan proses perhitungan *Tabu Search* yang kemudian hasilnya dapat dijadikan rekomendasi jadwal mata pelajaran SMA Antartika Sidoarjo. Diagram alur sistem pengolahan data *Tabu Search* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

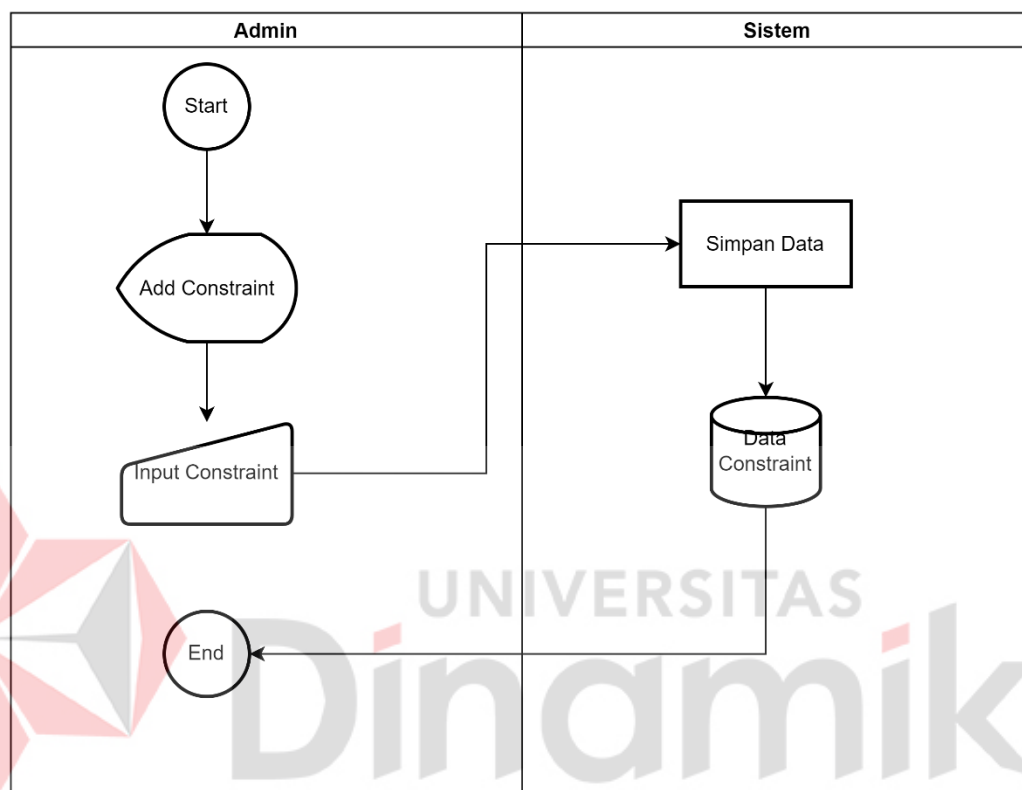


Gambar 3.5 System Flow Metode Tabu Search

3) System Flow Criteria Constraint

Diagram alur ini memiliki alur dimana guru dan admin dapat mengubah data *constraint* dengan *input* data jam mengajar perhari dan per-mata kuliah di kelas yang sama serta *input* data jam maksimal mata pelajaran berurutan perhari.

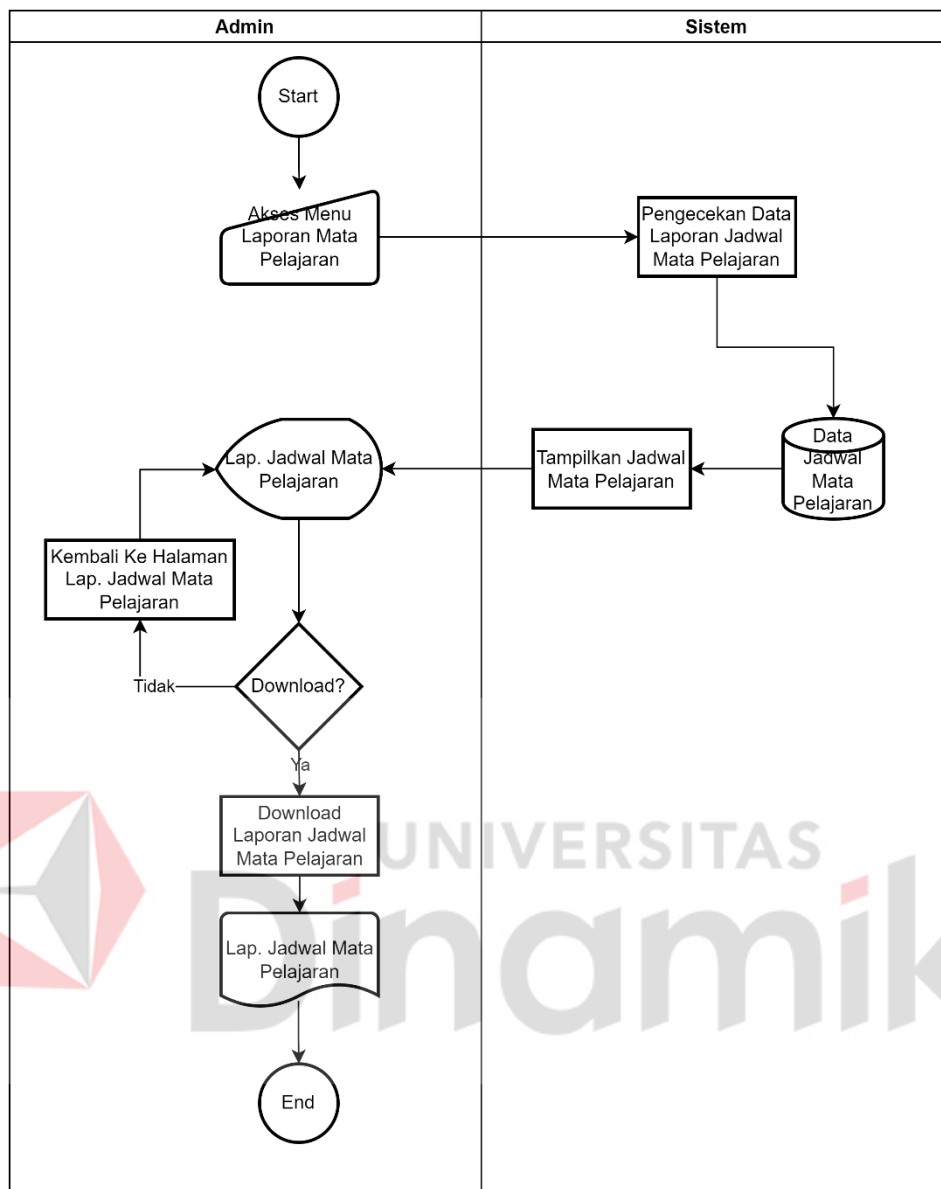
Dalam mengubah data *constraint*, sistem akan melakukan proses perhitungan *Tabu Search* dengan menambahkan data *constraint* yang telah ditentukan. Diagram alur sistem pengolahan data *criteria constraint* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *System Flow Criteria Constraint*

4) *System Flow* Laporan Penjadwalan Mata Pelajaran

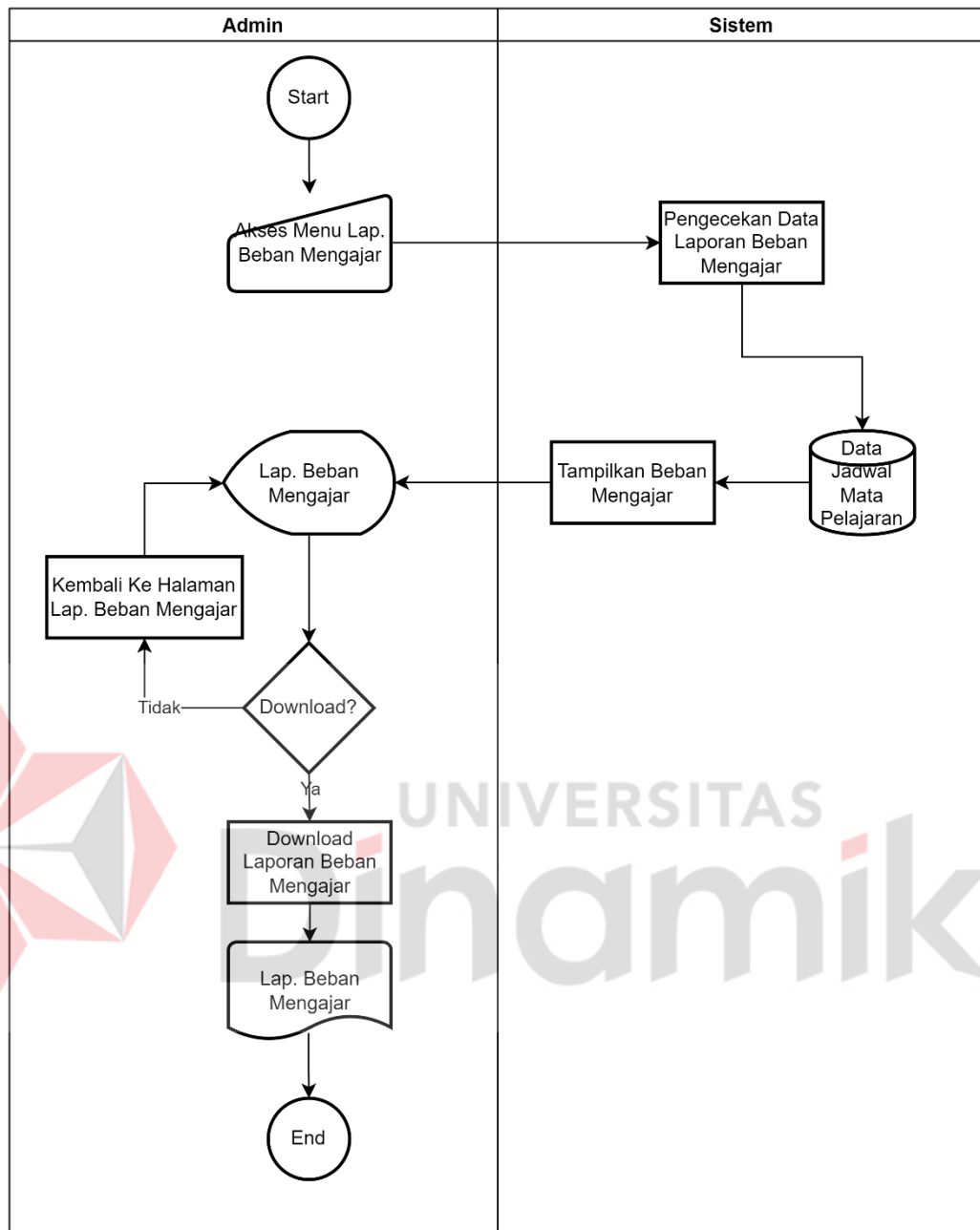
Diagram alur ini memiliki alur dimana guru dan admin dapat melihat data jadwal mata pelajaran yang telah direkomendasikan oleh metode *Tabu Search* dan dapat diunduh oleh guru dan admin. Diagram alur sistem laporan penjadwalan mata pelajaran dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *System Flow* Laporan Penjadwalan Mata Pelajaran

5) *System Flow* Laporan Beban Mengajar

Diagram alur ini memiliki alur dimana guru dan admin dapat melihat data laporan detail beban mengajar yang telah direkomendasikan oleh metode *Tabu Search* dan dapat diunduh oleh guru dan admin. Diagram alur sistem laporan beban mengajar dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *System Flow* Laporan Beban Mengajar

B. Context Diagram

Context Diagram atau diagram konteks merupakan gambaran visual dari sistem Aplikasi Penjadwalan Guru pada SMA Antartika Sidoarjo. Diagram ini menunjukkan bagaimana sistem berinteraksi dengan entitas lain, seperti guru dan admin(Tata Usaha), serta bagaimana data diproses untuk menghasilkan *output*. Luaran lebih detil terdapat pada Lampiran 3 Gambar L3.16.

C. Diagram Berjenjang

Diagram Berjenjang memberikan gambaran proses dan subproses yang ada pada Aplikasi Penerapan *Tabu Search* pada Penjadwalan Guru di SMA Antartika Sidoarjo. Terdapat 3 proses utama yang ada pada diagram jenjang pada aplikasi yaitu pengelolaan data master, proses transaksi penjadwalan, dan laporan. Diagram berjenjang lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 3

D. Data Flow Diagram

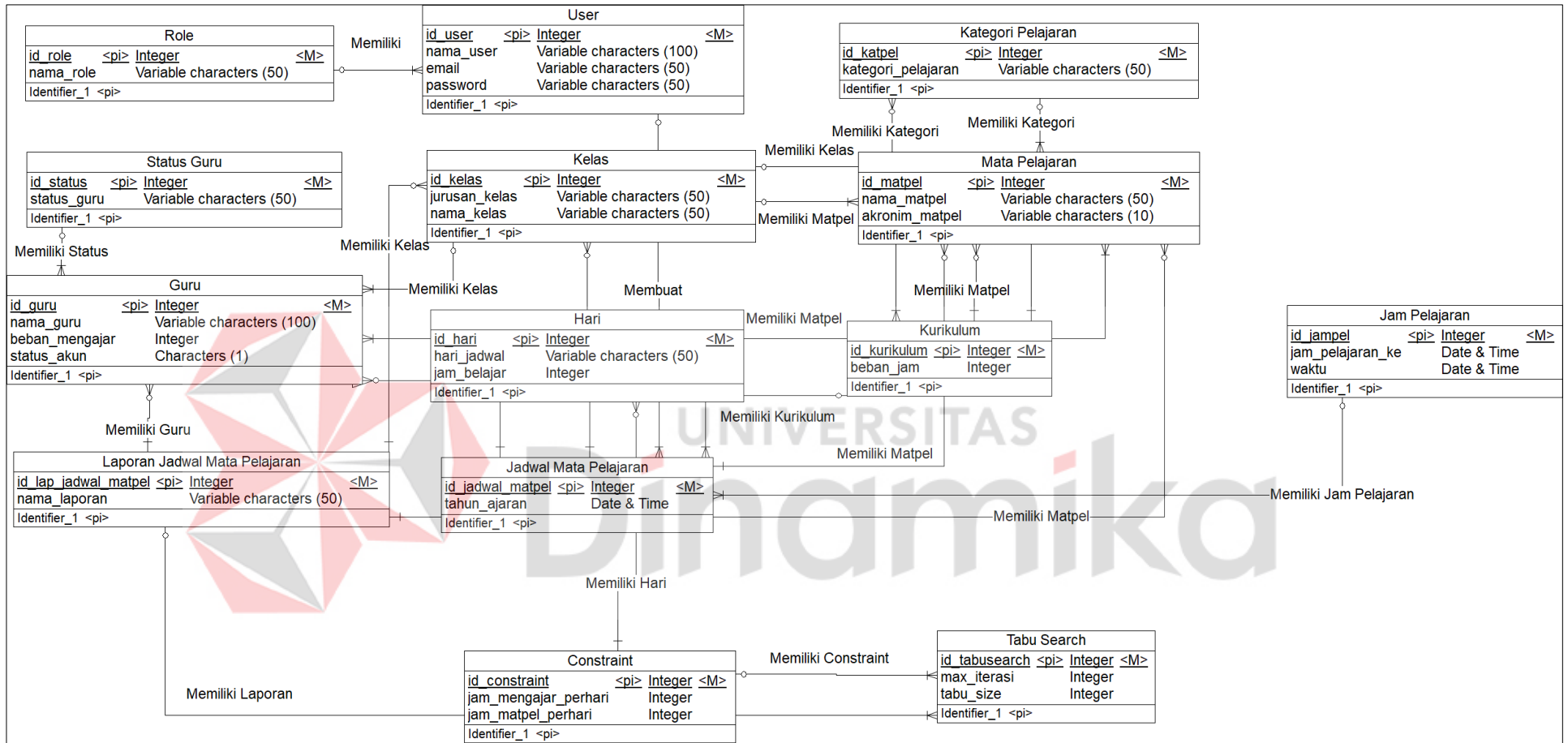
Data Flow Diagram atau bisa disebut diagram alir data adalah ilustrasi grafis yang menunjukkan perjalanan dan transformasi data dalam suatu sistem merupakan hasil turunan dan menjelaskan lebih detail dari diagram konteks. *Data flow* diagram ini menjelaskan proses apa saja yang ada di dalam sistem Aplikasi Penjadwalan Guru pada SMA Antartika Sidoarjo, seperti pengelolaan data master, proses penjadwalan mata pelajaran hingga laporan. *Data flow diagram* lebih detail terdapat pada Lampiran 3 gambar L3.17 sampai L3.32.

E. Conceptual Data Model

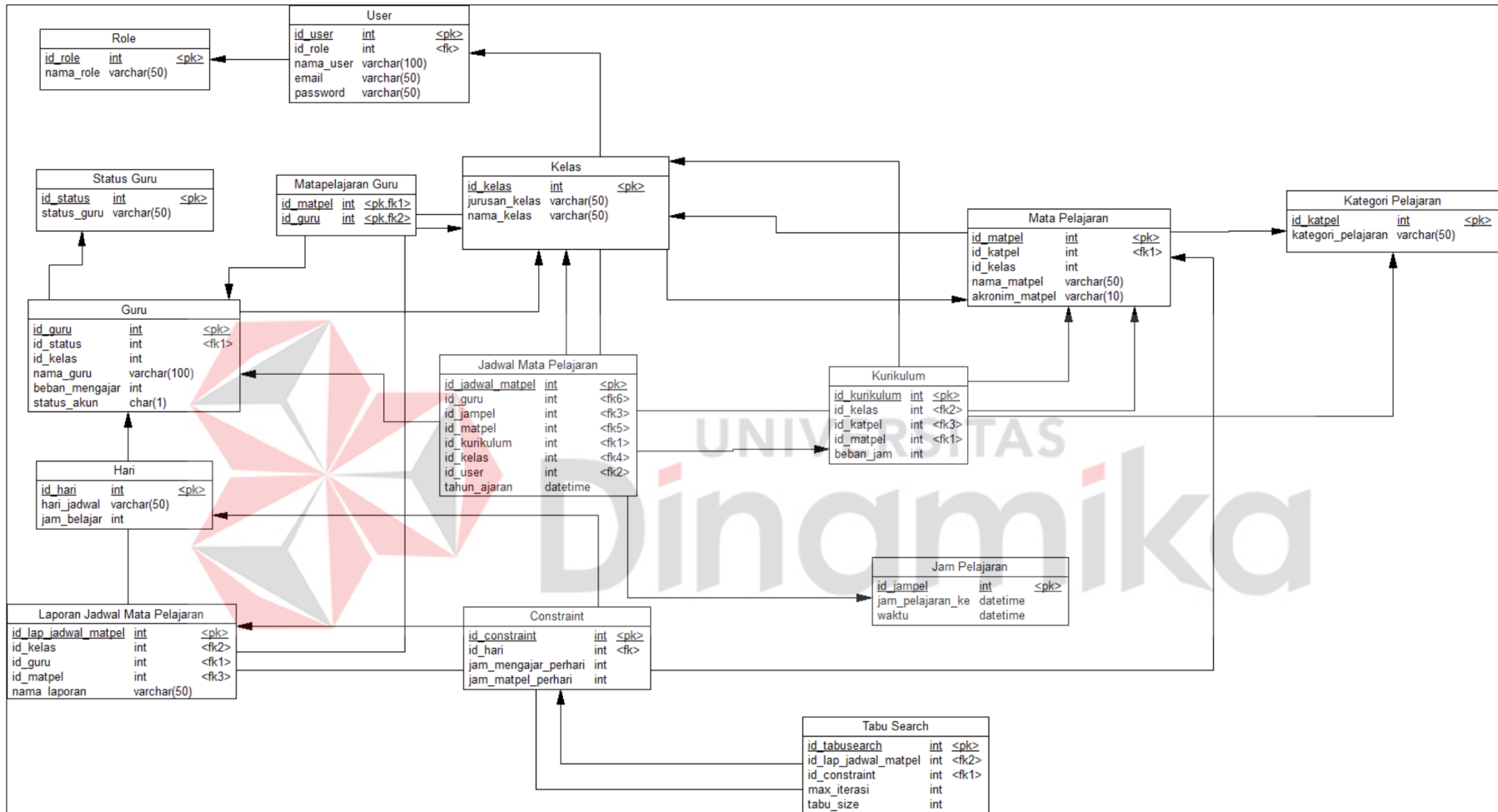
Conceptual Data Model (CDM) menggambarkan secara keseluruhan konsep struktur basis data yang dirancang untuk suatu program aplikasi. Berikut adalah rancangan CDM untuk Aplikasi Penjadwalan Guru pada SMA Antartika Sidoarjo menggunakan metode *Tabu Search*. *Conceptual Data Model* (CDM) dapat dilihat pada Gambar 3.9.

F. Physical Data Model

Physical Data Diagram (PDM) berisi tentang hasil *generate* dari *Conceptual Data Diagram* (CDM) yang dapat menggambarkan struktur tabelnya secara detail. *Physical data model* ini akan menggambarkan secara jelas relasi antar tabel yang ditunjukkan oleh adanya *primary key* dan *foreign key* setiap tabelnya. *Physical data diagram* ini terdapat beberapa tabel berupa tabel user, struktur kurikulum, guru, jam mengajar, jam, kelas, dan jadwal. *Physical Data Model* dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.9 Conceptual Data Model (CDM)



Gambar 3.10 Physical Data Diagram (PDM)

G. Struktur Tabel

Struktur tabel pada Aplikasi Penjadwalan Guru SMA Antartika Sidoarjo dirancang berdasarkan *Physical Data Model*(PDM). Rincian struktur tabel mencakup komponen-komponen seperti nama, tujuan, *field*, jenis data, panjang, dan batasan yang diperlukan pada setiap tabel. Informasi lebih lanjut mengenai struktur tabel secara detil dapat ditemukan pada Lampiran 3 tabel L3.1 sampai L2.15.

H. Desain Antarmuka Pengguna

Desain Antarmuka Pengguna pada Aplikasi Penjadwalan Guru SMA Antartika Sidoarjo dibuat dengan memperhatikan kesederhanaan, kemudahan penggunaan, fungsionalitas, estetika, dan responsivitas. User Interface yang intuitif dan mudah digunakan membuat guru dalam melakukan penjadwalan, dengan fitur lengkap seperti memasukkan data diri, melihat jadwal, mengubah jadwal, dan menerima notifikasi. Tampilan modern dan profesional, penggunaan warna dan tipografi yang menarik, serta responsivitas terhadap berbagai perangkat, memberikan pengalaman pengguna yang terbaik bagi para guru. Desain Antarmuka Pengguna dapat dilihat pada Lampiran 3 gambar L3.28 sampai L3.45.

I. Desain Tes Perancangan Uji Coba Sistem Dengan *Black Box*

Dalam tahap ini akan melakukan pengujian terhadap aplikasi dari sisi teknis dan fungsional untuk meminimalisir kesalahan (*error*). Pengujian dilakukan dengan tujuan memastikan *output* yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan. Metode pengujian yang digunakan adalah *black box testing* untuk menguji fungsi-fungsi serta mendeteksi kesalahan di dalam antarmuka. Desain Tes Perancangan Uji Coba Sistem Dengan *Black Box* dapat dilihat pada Lampiran 3 Tabel L3.16 sampai L3.31.

3.6 Construction

Pada tahap ini, aplikasi yang telah direalisasikan dari tahap sebelumnya menggunakan PHP dengan framework Laravel dan Javascript. Setelah proses implementasi selesai, dilakukan pengujian menggunakan metode black box testing untuk melakukan pemeriksaan terhadap aplikasi. Tujuan dari pengujian ini adalah

untuk mengidentifikasi potensi kesalahan dan kekurangan dalam aplikasi. Hasil dari pengujian ini kemudian digunakan sebagai masukan untuk melakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut pada aplikasi tersebut.

3.7 Deployment

Tahap *deployment* merupakan fase krusial dalam siklus aplikasi di mana aplikasi yang telah dikembangkan diimplementasikan kepada pengguna akhir. Selain sebagai proses penginstalan dan penyebaran aplikasi, tahap ini juga mencakup pemeliharaan rutin, evaluasi performa aplikasi, perbaikan *bug*, dan pengembangan fitur baru berdasarkan umpan balik yang diterima dari pengguna. Dengan demikian, *deployment* tidak hanya sekadar menghadirkan aplikasi kepada pengguna, tetapi juga menjadi kesempatan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas aplikasi seiring waktu.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penjadwalan *Tabu Search*

Penjadwalan guru merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen sekolah yang efektif. Penjadwalan yang optimal dapat meminimalkan konflik dan memaksimalkan pemanfaatan waktu dan sumber daya yang tersedia. Algoritma *Tabu Search* merupakan salah satu metode optimasi yang dapat digunakan untuk menghasilkan penjadwalan guru yang optimal.

Dalam penelitian ini, algoritma *Tabu Search* diterapkan untuk menjadwalkan 20 guru yang mengajar 15 mata pelajaran di SMA Antartika Sidoarjo. Algoritma ini bekerja dengan mencari solusi optimal secara iteratif, dengan mempertimbangkan berbagai konstrain seperti:

- a. Guru yang mengajar tidak boleh mengajar lebih dari satu kelas atau mengajar di lain kelas pada waktu yang sama.
- b. Guru tidak boleh mengajar melebihi dari maksimal 2 jam mengajar perhari dalam satu mata pelajaran di kelas yang sama.
- c. Bobot mata pelajaran tidak melebihi dari kurikulum yang telah ditentukan.
- d. Maksimal kegiatan belajar mengajar adalah 10 jam perhari, khusus hari jum'at 6 jam perhari.

4.1.1 Data *Tabu Search*

Sebelum menerapkan algoritma *Tabu Search* untuk menghasilkan penjadwalan guru yang optimal, diperlukan data yang lengkap dan akurat. Berikut adalah data-data yang dibutuhkan:

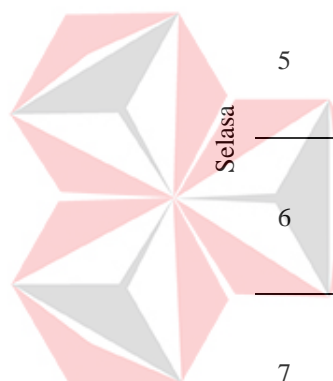
1. Jadwal Mata Pelajaran.

Tabel 4.1 Jadwal Mata Pelajaran

Hari	Jam	Kelas				
		X IPA 1	XI IPA 1	XII IPA 1	X IPS 1	XI IPS 1
Senin	1	PABP (Anang Urip Mahadi)	PABP (Darus Salam)	PABP (Huda Efendi)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIOLM (Totok Cahyo Saputro)
	2	PABP (Anang Urip Mahadi)	PABP (Darus Salam)	PABP (Huda Efendi)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIOLM (Totok Cahyo Saputro)
	3	PPKN (Djati Sutanto)	PABP (Darus Salam)	PABP (Huda Efendi)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIOLM (Totok Cahyo Saputro)
	4	PPKN (Djati Sutanto)	PPKN (Djati Sutanto)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIOLM (Totok Cahyo Saputro)
	5	BIND (Suhernik Ningsih)	PPKN (Djati Sutanto)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BD (Mega Pratamasari Agustin)
	6	BIND (Suhernik Ningsih)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIND (Tyas Wahyu Pristiwanti)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BD (Mega Pratamasari Agustin)
	7	MAT (Alimah)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIND (Tyas Wahyu Pristiwanti)	MAT (Alimah)	ECO (Susiana)
	8	MAT (Alimah)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	BIND (Tyas Wahyu Pristiwanti)	MAT (Alimah)	ECO (Susiana)
	9	SIND (Djati Sutanto)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	BIND (Tyas Wahyu Pristiwanti)	MAT (Alimah)	SOS (Kaharuddin)
	10	SIND (Djati Sutanto)	KOSONG	PJOK (Samsul Arif)	MAT (Alimah)	SOS (Kaharuddin)

Tabel 4.1 Lanjutan Jadwal Mata Pelajaran

1	PABP (Anang Urip Mahadi)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	PJOK (Samsul Arif)	PABP (Darus Salam)	ECO (Susiana)
2	BIND (Suhernik Ningsih)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	PJOK (Samsul Arif)	PABP (Darus Salam)	ECO (Susiana)
3	BIND (Suhernik Ningsih)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	PABP (Darus Salam)	SOS (Kaharuddin)
4	MAT (Alimah)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	BING (Yuvita Carolin)	SOS (Kaharuddin)
5	MAT (Alimah)	SIND (Slamet Hartono)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	BING (Yuvita Carolin)	SPEM (Suparno)
6	BING (Chusnul Chotimah)	SIND (Slamet Hartono)	MAT (Fitria Rachma Mardiana)	PJOK (Faizal Nugraha)	SPEM (Suparno)
7	BING (Chusnul Chotimah)	BING (Yuvita Carolin)	BING (Chusnul Chotimah)	PJOK (Faizal Nugraha)	SPEM (Suparno)
8	SBD (Slamet Hartono)	BING (Yuvita Carolin)	BING (Chusnul Chotimah)	SBD (Slamet Hartono)	SPEM (Suparno)
9	SBD (Slamet Hartono)	SBD (Zulifah Chikmawati)	PKWU (Sukarno)	SBD (Slamet Hartono)	GEO (Djuhadi)
10	PJOK (Faizal Nugraha)	SBD (Zulifah Chikmawati)	PKWU (Sukarno)	PJOK (Faizal Nugraha)	GEO (Djuhadi)

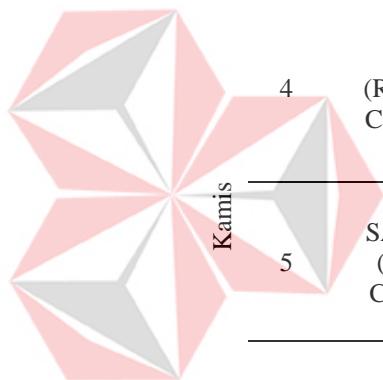


Tabel 4.1 Lanjutan Jadwal Mata Pelajaran

1	PJOK (Faizal Nugraha)	IT (S. Uswatun Khasanah)	SIND (Samsul Arifin)	PKWU (Desak Ketut Karini)	GEO (Djuhadi)
2	PJOK (Faizal Nugraha)	IT (S. Uswatun Khasanah)	SIND (Samsul Arifin)	PKWU (Desak Ketut Karini)	GEO (Djuhadi)
3	PKWU (Desak Ketut Karini)	MTKM (Andri Nurhidayat)	MTKM (Andri Nurhidayat)	IT (Iin Faridhatul Muharomah)	IT (S. Uswatun Khasanah)
4	PKWU (Desak Ketut Karini)	MTKM (Andri Nurhidayat)	MTKM (Andri Nurhidayat)	IT (Iin Faridhatul Muharomah)	IT (S. Uswatun Khasanah)
5	IT (S. Uswatun Khasanah)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	IT (Iin Faridhatul Muharomah)	PJOK (Faizal Nugraha)
6	IT (S. Uswatun Khasanah)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	GEO (Fira Fitria)	PJOK (Faizal Nugraha)
7	IT (S. Uswatun Khasanah)	FIS (Firmanunisah)	FIS (Firmanunisah)	GEO (Fira Fitria)	PKWU (Dwi Prabowo)
8	BIO (Norma Dwikorawati)	FIS (Firmanunisah)	FIS (Firmanunisah)	GEO (Fira Fitria)	PKWU (Dwi Prabowo)
9	BIO (Norma Dwikorawati)	KIM (Edy Prijono)	KIM (Endang Isdrijatilowati)	SPEM (Suparno)	PJOK (Faizal Nugraha)
10	FIS (Siti Fatonah)	KIM (Edy Prijono)	KIM (Endang Isdrijatilowati)	SPEM (Suparno)	PABP (Misbachul Munir)

Tabel 4.1 Jadwal Mata Pelajaran

1	FIS (Siti Fatonah)	PJOK (Faizal Nugraha)	MTKM (Andri Nurhidayat)	SPEM (Suparno)	IT (S. Uswatun Khasanah)
2	FIS (Siti Fatonah)	PJOK (Faizal Nugraha)	MTKM (Andri Nurhidayat)	SOS (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	IT (S. Uswatun Khasanah)
3	KIM (Rini Dwi Cahyani)	PKWU (Iin Faridhatul Muharomah)	BIO (Dewi Erwindaras wati)	SOS (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	SBD (Muslimin)
4	KIM (Rini Dwi Cahyani)	PKWU (Iin Faridhatul Muharomah)	BIO (Dewi Erwindaras wati)	SOS (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	SBD (Muslimin)
5	SASING (Yuvita Carolin)	IT (S. Uswatun Khasanah)	FIS (Firmanunis ah)	ECO (Manis Fitri Kustiyasih)	BING (Eni Yuniati)
6	SASING (Yuvita Carolin)	IT (S. Uswatun Khasanah)	FIS (Firmanunis ah)	ECO (Manis Fitri Kustiyasih)	BING (Eni Yuniati)
7	BIO (Norma Dwikorawati)	BIO (Dewi Erwindaras wati)	KIM (Endang Isdrijatilowati)	ECO (Manis Fitri Kustiyasih)	SIND (Zulifah Chikmawati)
8	MTKM (Andri Nurhidayat)	BIO (Dewi Erwindaras wati)	KIM (Endang Isdrijatilowati)	BD (Susiana)	SIND (Zulifah Chikmawati)
9	MTKM (Andri Nurhidayat)	KOSONG	SASMDR (Rizka Palupi Mayang Rahadi)	BD (Susiana)	MAT (Nurmailinda)



10	MTKM (Andri Nurhidayat)	PJOK (Faizal Nugraha)	SASMDR (Rizka Palupi Mayang Rahadi)	SASJPG (Sri Endang Suryatmi)	MAT (Nurmailinda)
----	----------------------------	--------------------------	--	---------------------------------	----------------------

Tabel 4.1 Jadwal Mata Pelajaran

1	SASING (Yuvita Carolin)	MTKM (Andri Nurhidayat)	KOSONG	BK (Shandy Ayu Kurniawan)	MAT (Nurmailinda)
2	KIM (Rini Dwi Cahyani)	MTKM (Andri Nurhidayat)	BD (Endang Isdrijatilowati)	SASING (Chusnul Chotimah)	MAT (Nurmailinda)
3	BK (Shandy Ayu Kurniawan)	FIS (Firmanunisah)	SASMDR (Rizka Palupi Mayang Rahadi)	SASING (Chusnul Chotimah)	PABP (Misbachul Munir)
4	BD (Siti Fatonah)	FIS (Firmanunisah)	SASMDR (Rizka Palupi Mayang Rahadi)	SASING (Chusnul Chotimah)	PABP (Misbachul Munir)
5	BD (Siti Fatonah)	KIM (Edy Prijono)	BK (Shandy Ayu Kurniawan)	SASJPG (Sri Endang Suryatmi)	PPKN (Ita Ratnasari)
6	KOSONG	KIM (Edy Prijono)	BD (Endang Isdrijatilowati)	SASJPG (Sri Endang Suryatmi)	PPKN (Ita Ratnasari)



2. Data Constraint

Tabel 4.2 Data Constraint

No	Jenis Constraint	Constraint
1	<i>Soft Constraint</i>	a) Guru mengajar minimal 2 hari bagi guru yang sekolah induknya bukan SMA tersebut b) Guru mengajar minimal 4 hari bagi guru yang sekolah induknya adalah SMA tersebut c) Terdapat guru mengajar lebih dari satu mata pelajaran
2	<i>Hard Constraint</i>	a) Guru yang mengajar tidak boleh mengajar lebih dari satu kelas atau mengajar di lain kelas pada waktu yang sama b) Guru tidak boleh mengajar melebihi dari maksimal 2 jam mengajar perhari dalam satu mata pelajaran di kelas yang sama. c) Jam maksimal mata pelajaran berurutan adalah 2 jam perhari. d) Bobot mata pelajaran tidak melebihi dari kurikulum yang telah ditentukan e) Jam belajar dimulai pukul 06:40-16:00 WIB untuk hari Senin sampai Kamis sedangkan untuk hari Jumat dimulai pukul 06:40-11:15 WIB. f) Jam istirahat siswa pada hari Senin sampai Kamis berjalan 2 kali dimulai pukul 09:45-10:00 WIB dan 11:30-12:00 WIB. g) Maksimal kegiatan belajar mengajar adalah 10 jam perhari, khusus hari jum'at 6 jam perhari.

Dengan mempertimbangkan semua data-data tersebut, algoritma *Tabu Search* diharapkan dapat menghasilkan jadwal guru yang optimal, *feasible*, dan sesuai dengan keinginan para guru di SMA Antartika Sidoarjo.

4.1.2 Proses Penjadwalan *Tabu Search*

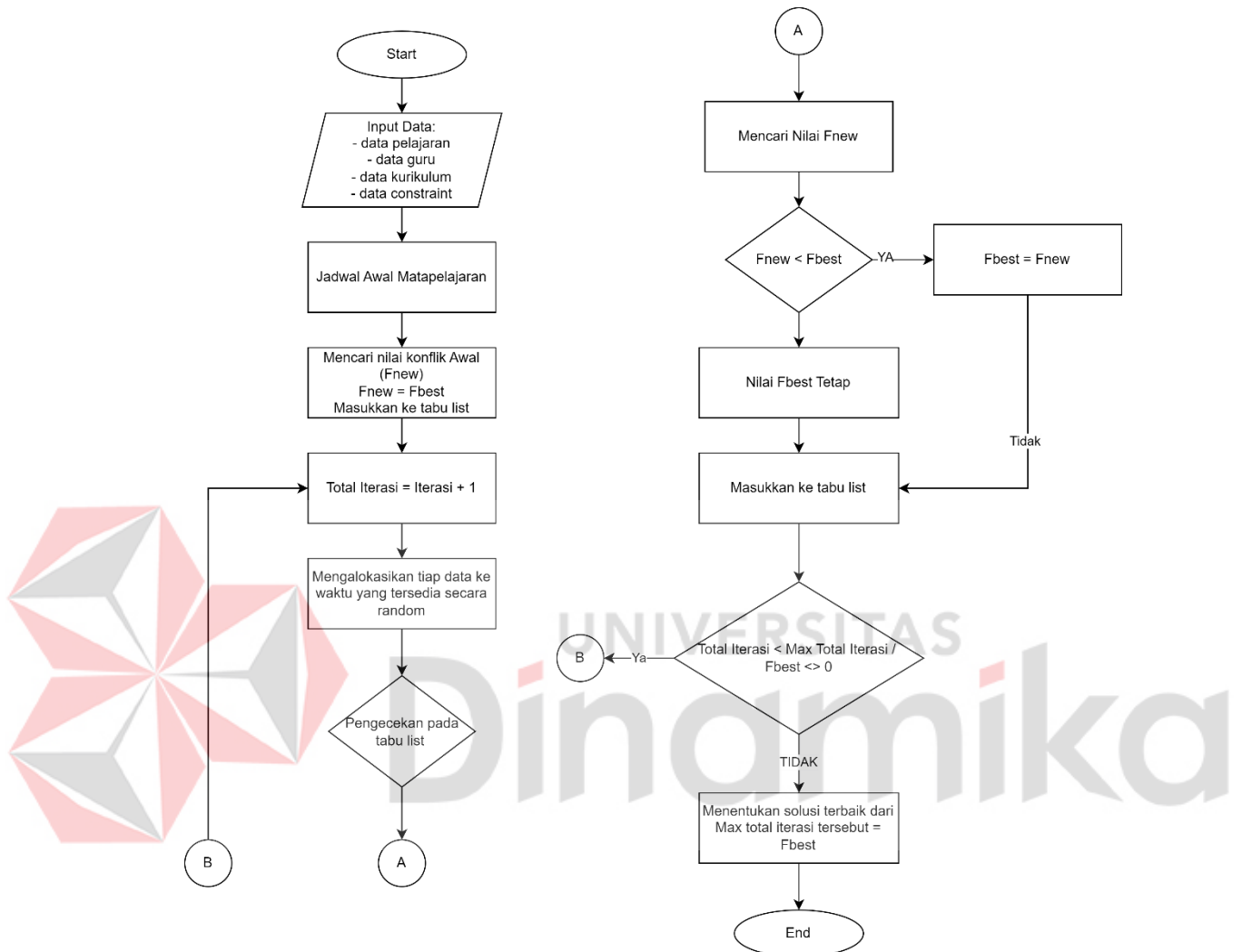
Algoritma *Tabu Search* bekerja secara iteratif untuk mencari solusi optimal dalam penjadwalan guru. Algoritma *Tabu Search* dapat dilihat pada Gambar 4.1. Berikut adalah langkah-langkah dalam proses *Tabu Search*:

- a. Pihak Tata Usaha memasukkan data yang meliputi data Mata Pelajaran, data Guru, data Kurikulum, dan data Kelas. Data-data ini kemudian tersimpan

dalam database dan sewaktu-waktu dapat diambil kembali untuk penggunaan atau penghapusan data.

- b. Selanjutnya dilakukan pengalokasian antara mata pelajaran dengan guru yang akan mengajar, beserta kelas di mana guru tersebut mengajar. Data pengalokasian ini kemudian dialokasikan ke hari dan waktu jadwal sebagai inisialisasi. Jadwal awal yang telah dibuat dijadikan sebagai solusi awal yang akan digunakan untuk proses berikutnya.
- c. Proses selanjutnya adalah mencari nilai konflik awal. Nilai konflik ini merupakan nilai konflik dari setiap iterasi (1 jadwal) yang dihasilkan. Penghitungannya dilakukan dengan cara mencari konflik tiap waktu (jam) dari hari Senin sampai dengan hari Jumat dan menjumlahkan semua konflik yang diperoleh.
- d. Nilai konflik yang dihasilkan (F_{new}) pada iterasi ke-0 ini dijadikan sebagai F_{best} atau nilai terbaik sementara. Dengan demikian, solusi awal yang dihasilkan disimpan ke dalam Tabu List untuk dilakukan proses iterasi berikutnya.
- e. Algoritma selanjutnya mengalokasikan kembali jadwal awal yang telah ada secara acak ke dalam hari dan waktu yang tersedia. Hal ini menghasilkan jadwal baru atau solusi baru. Sebelum proses selanjutnya, dilakukan pengecekan pada Tabu List untuk melihat apakah jadwal baru ini sudah ada atau tidak.
- f. Jika jadwal baru ini sudah ada dalam Tabu List, maka dilakukan pengalokasian kembali secara acak. Namun, jika jadwal baru ini belum ada dalam Tabu List, maka dihitung nilai konfliknya (F_{new}).
- g. Nilai F_{new} ini kemudian dibandingkan dengan nilai F_{best} (nilai konflik terbaik) dari jadwal-jadwal sebelumnya atau iterasi sebelumnya. Jika nilai F_{new} lebih kecil dari nilai F_{best} , maka F_{new} ditukar dengan F_{best} dan menjadi nilai F_{best} baru. Sebaliknya, jika nilai F_{new} tidak lebih kecil atau sama dengan nilai F_{best} , maka F_{best} tetap menggunakan nilai sebelumnya. Setelah itu, jadwal baru ini dimasukkan ke dalam Tabu List.
- h. Langkah terakhir adalah melakukan pengecekan apakah iterasi sudah mencapai batas maksimum (max iterasi) atau F_{best} sudah mencapai nilai konflik = 0. Jika

belum memenuhi salah satu syarat tersebut, proses dilanjutkan hingga salah satu syarat tersebut terpenuhi



Gambar 4.1 Flowchart Proses *Tabu Search*

4.2 Implementasi Sistem Algoritma *Tabu Search*

Tahap implementasi sistem merupakan tahapan untuk membuat perangkat lunak yang disesuaikan dengan rancangan atau desain sistem yang telah dirancang dan dikembangkan sebelumnya. Implementasi sistem digunakan untuk menampilkan dan menjelaskan fitur-fitur yang ada pada Aplikasi Penerapan Metode *Tabu Search* Pada Sistem Penjadwalan Guru di SMA Antartika Sidoarjo berbasis web.

4.2.1 Hasil Implementasi Algoritma *Tabu Search*

Pada bagian ini, disajikan hasil implementasi algoritma *Tabu Search* dalam menyelesaikan masalah penjadwalan mata pelajaran. Penelitian ini dilakukan dengan dua skenario: pertama, penjadwalan tanpa adanya jadwal kosong, dan kedua, penjadwalan dengan adanya jadwal kosong. Data yang diperoleh meliputi jumlah konflik awal dan setelah penerapan *Tabu Search*, serta persentase pengurangan konflik yang dicapai. Analisis ini bertujuan untuk mengukur efektivitas algoritma dalam mengurangi konflik penjadwalan, dengan harapan dapat memberikan solusi optimal yang mendekati kebutuhan nyata di lapangan. Hasil Implementasi Algoritma *Tabu Search* dapat dilihat pada

Tabel 4..

Tabel 4.3 Hasil Implementasi Algoritma *Tabu Search*

No	Percobaan	NK Awal	NK TS Kondisi 1	NK TS Kondisi 2	Presentase Kondisi 1 (%)	Presentase Kondisi 2 (%)
1	Percobaan 1	80	8	16	88	96
2	Percobaan 2	80	10	4	90	84
3	Percobaan 3	80	16	18	96	98
4	Percobaan 4	80	10	4	90	84
5	Percobaan 5	80	14	12	94	92
6	Percobaan 6	80	6	6	86	86
7	Percobaan 7	80	10	6	90	86
8	Percobaan 8	80	2	14	82	94
9	Percobaan 9	80	16	6	96	86
10	Percobaan 10	80	8	6	88	86
Jumlah			100	92	900	892
Rata-rata			10	9,2	90	89,2

Data diatas memiliki hasil dari 10 percobaan dengan dua kondisi yaitu kondisi pertama tidak ada jadwal yang kosong dan kondisi kedua terdapat jadwal yang kosong. Setiap percobaan memiliki nilai konflik (NK) awal dan nilai NK setelah penerapan *Tabu Search*.

A. Interpretasi Data:

- a) NK Awal: Nilai konflik awal sebelum penerapan Tabu Search adalah 80 untuk setiap percobaan.
- b) NK Tabu Search Kondisi 1: Nilai konflik setelah penerapan Tabu Search pada Kondisi 1.
- c) NK Tabu Search Kondisi 2: Nilai konflik setelah penerapan Tabu Search pada Kondisi 2.
- d) Persentase Kondisi 1: Presentase pengurangan konflik untuk Kondisi 1 setelah penerapan Tabu Search.
- e) Persentase Kondisi 2: Presentase pengurangan konflik untuk Kondisi 2 setelah penerapan Tabu Search.

B. Nilai Konflik Optimal

Berdasarkan data yang ada, didapat melihat bahwa rata-rata nilai konflik setelah penerapan Tabu Search adalah:

- a) Kondisi 1: Rata-rata konflik 10 dari nilai awal 80, dengan rata-rata pengurangan konflik sebesar 90%.
- b) Kondisi 2: Rata-rata konflik 9.2 dari nilai awal 80, dengan rata-rata pengurangan konflik sebesar 89.2%.

Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan Tabu Search memberikan pengurangan konflik yang cukup signifikan dalam penjadwalan mata pelajaran. Nilai konflik optimal yang dicapai untuk Kondisi 1 adalah 10 (dengan persentase pengurangan konflik 90%) dan untuk Kondisi 2 adalah 9,2 (dengan persentase pengurangan konflik 89,2%).

4.2.2 Hasil Perbandingan Penyusunan Jadwal Tabu Search

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan akurasi penjadwalan mata pelajaran dengan menerapkan sistem Tabu Search. Penting untuk melihat perbedaan dalam durasi dan langkah-langkah yang terlibat sebelum dan sesudah penerapannya. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyusun jadwal dengan lebih efisien dan akurat. Berikut adalah detail aktivitas dan durasi waktu sebelum dan sesudah adanya sistem Tabu Search di SMA Antartika Sidoarjo. Detail aktivitas dan durasi dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Perbandingan Penyusunan Jadwal Tabu Search

No	Aktivitas	Durasi Waktu
Sebelum ada Sistem		
1	Penyusunan mata pelajaran yang dilakukan oleh Tata Usaha.	2 Minggu
2	Menjadwalkan guru sesuai dengan mata pelajaran yang diampu oleh masing-masing guru.	1 Minggu
3	Bagian Kurikulum memeriksa apakah setiap guru telah memenuhi bobot jam mengajar yang sesuai.	1 Minggu
Sesudah ada Sistem		
1	Input data master guru, hari pelajaran, jam pelajaran, dan kebutuhan pelajaran ke dalam sistem	1 Hari
2	Memasukkan detail mata pelajaran yang akan diajarkan, sesuai dengan kebutuhan kurikulum	1 Hari
3	Sistem Tabu Search kemudian menyusun jadwal mengajar secara otomatis	10-15 Menit

1. Sebelum adanya sistem Tabu Search
 - a. Penyusunan mata pelajaran yang dilakukan oleh Tata Usaha yang akan diajarkan disetiap kelas membutuhkan waktu 2 minggu.
 - b. Tata Usaha membutuhkan waktu 1 minggu untuk menjadwalkan guru sesuai dengan mata pelajaran yang diampu oleh masing-masing guru.
 - c. Setelah itu, selama 1 minggu bagian Kurikulum memeriksa apakah setiap guru telah memenuhi bobot jam mengajar yang sesuai. Jika belum sesuai, Tata Usaha diminta untuk melakukan penyesuaian dan plotting ulang hingga kondisi terpenuhi.
2. Setelah adanya sistem Tabu Search
 - a. Proses pertama melibatkan penginputan data master guru, hari pelajaran, jam pelajaran, dan kebutuhan pelajaran ke dalam sistem, yang memakan waktu sekitar satu hari. Data ini menjadi dasar untuk menyusun jadwal yang sesuai dengan keterbatasan dan preferensi yang ada.
 - b. Tahap kedua adalah memasukkan detail mata pelajaran yang akan diajarkan, sesuai dengan kebutuhan kurikulum. Proses ini juga

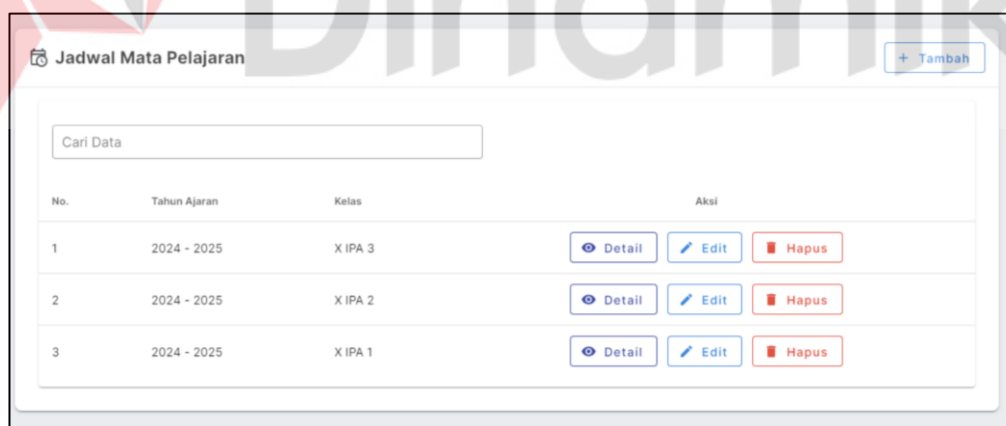
membutuhkan waktu sekitar satu hari, memastikan semua mata pelajaran yang diperlukan sudah terdaftar.

- c. Sistem Tabu Search kemudian menyusun jadwal mengajar secara otomatis dalam waktu 10-15 menit. Proses ini mempertimbangkan semua data yang telah diinput, menghasilkan jadwal yang efisien dan optimal dengan cepat.

Dengan adanya sistem Tabu Search, proses penyusunan jadwal di SMA Antartika Sidoarjo mengalami peningkatan efisiensi waktu yang signifikan, dari sekitar 4 minggu menjadi hanya 2 hari untuk input data dan beberapa menit untuk proses penjadwalan otomatis.

4.2.3 Halaman Penjadwalan Mata Pelajaran Awal

Pada halaman penjadwalan mata pelajaran awal, admin Tata Usaha dapat melakukan input data mata pelajaran dengan menambahkan data Kelas terlebih dahulu yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Kemudian admin dapat menambahkan mata pelajaran, guru, dan jam pelajaran, dari hasil input jadwal mata pelajaran tersebut nantinya akan diproses oleh Algoritma *Tabu Search*. Halaman Detil Mata Pelajaran dapat dilihat pada Gambar 4.3.



No.	Tahun Ajaran	Kelas	Aksi
1	2024 - 2025	X IPA 3	Detail Edit Hapus
2	2024 - 2025	X IPA 2	Detail Edit Hapus
3	2024 - 2025	X IPA 1	Detail Edit Hapus

Gambar 4.2 Halaman Mata Pelajaran Data Kelas

Jadwal Mata Pelajaran X IPA 3 + Tambah

Cari Data

No.	Hari	Pelajaran	Pengajar	Pengajar	Aksi
1	Senin	Kimia	yanto	Jam Ke-1 (06:40-07:30)	Edit Hapus
2	Senin	Kimia	yanto	Jam Ke-2 (07:30-08:20)	Edit Hapus
3	Senin	Biologi	tono	Jam Ke-3 (08:20-09:10)	Edit Hapus
4	Senin	Biologi	tono	Jam Ke-4 (09:10-10:00)	Edit Hapus
5	Selasa	Biologi	tono	Jam Ke-1 (06:40-07:30)	Edit Hapus

Gambar 4.3 Halaman Detil Mata Pelajaran

Admin dapat melihat jadwal yang telah dibuat sebelum di proses oleh algoritma *Tabu Search* pada menu Jadwal Mata Pelajaran, pada halaman mata pelajaran terdapat fitur unduh jadwal dan simpan jadwal. Halaman jadwal mata pelajaran awal dapat dilihat pada Gambar 4.4.

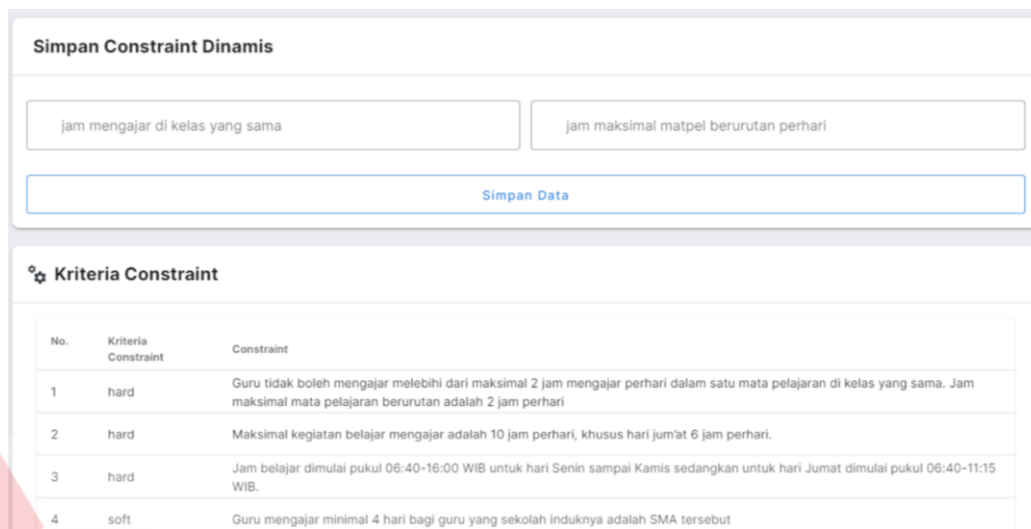
Penjadwal Mata Pelajaran [Download](#) [Simpan](#)

Hari	Jam	Kelas					
		X IPA 1	XI IPA 1	XII IPA 1	X IPS 1	XI IPS 1	XI IPS 1
S e n i n	1 06:40 - 07:30	PABP (Anang Urip Mahadi)	PABP (Darus Salam)	PABP (Huda Efendi)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIOLM (Totok Cahyo Saputra)	
	2 07:30 - 08:20	PABP (Anang Urip Mahadi)	PABP (Darus Salam)	PABP (Huda Efendi)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIOLM (Totok Cahyo Saputra)	
	3 08:20 - 09:10	PPKN (Djati Sutanto)	PABP (Darus Salam)	PABP (Huda Efendi)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIOLM (Totok Cahyo Saputra)	
	4 09:10 - 10:00	PPKN (Djati Sutanto)	PPKN (Djati Sutanto)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIOLM (Totok Cahyo Saputra)	
	5 10:00 - 10:15	BIND (Suhernik Ningah)	PPKN (Djati Sutanto)	PPKN (Suci Budi Rahayu)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BD (Mega Pratamasari Agustini)	
	6 10:30 - 11:40	BIND (Suhernik Ningah)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIND (Tyas Wahyu Pristiwanti)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BD (Mega Pratamasari Agustini)	
	7 11:40 - 12:30	MAT (Alimah)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	BIND (Tyas Wahyu Pristiwanti)	MAT (Alimah)	ECO (Sudiana)	
	8	MAT	MAT	BIND	MAT	ECO	

Gambar 4.4 Halaman Jadwal Mata Pelajaran Awal

4.2.4 Halaman Proses Penjadwalan *Tabu Search*

Pada proses penjadwalan *Tabu Search*, admin dapat mengatur nilai *constraint* yaitu jam mengajar dikelas yang sama serta jam maksimal mata pelajaran berurutan perhari. Halaman *Constraint* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Simpan Constraint Dinamis

jam mengajar di kelas yang sama jam maksimal matpel berurutan perhari

Simpan Data

Kriteria Constraint

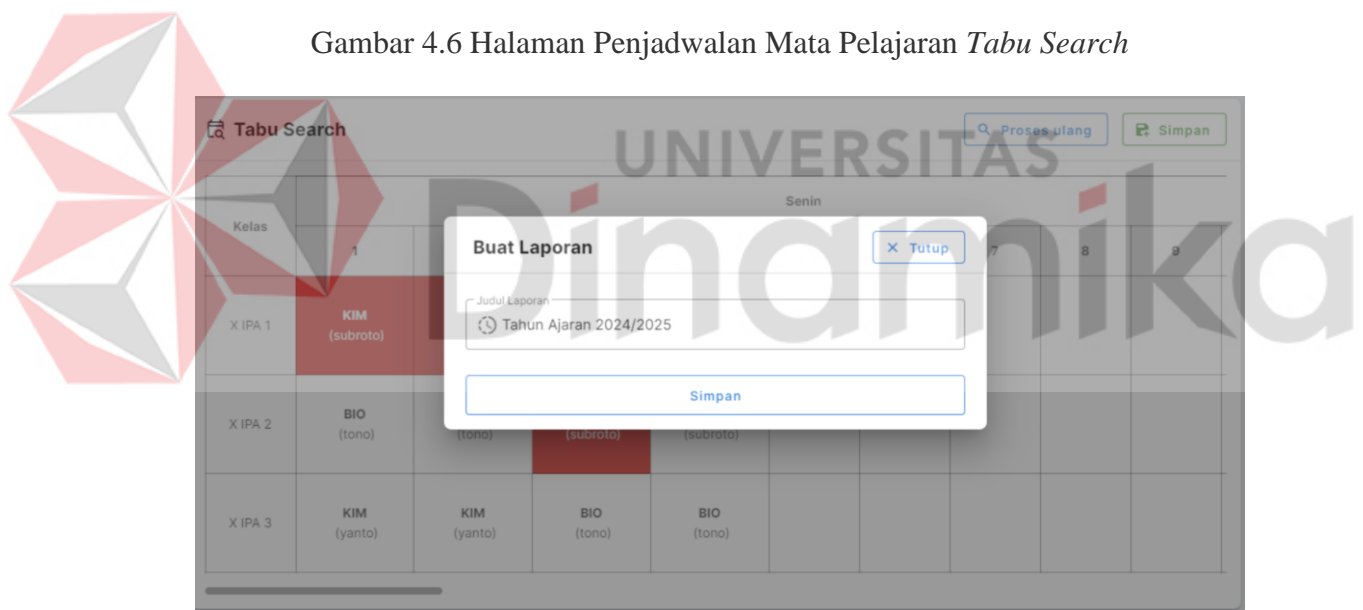
No.	Kriteria Constraint	Constraint
1	hard	Guru tidak boleh mengajar melebihi dari maksimal 2 jam mengajar perhari dalam satu mata pelajaran di kelas yang sama. Jam maksimal mata pelajaran berurutan adalah 2 jam perhari
2	hard	Maksimal kegiatan belajar mengajar adalah 10 jam perhari, khusus hari jum'at 6 jam perhari.
3	hard	Jam belajar dimulai pukul 06:40-16:00 WIB untuk hari Senin sampai Kamis sedangkan untuk hari Jumat dimulai pukul 06:40-11:15 WIB.
4	soft	Guru mengajar minimal 4 hari bagi guru yang sekolah induknya adalah SMA tersebut

Gambar 4.5 Halaman *Constraint*

Pada halaman Penjadwalan *Tabu Search* tersebut, admin dapat memproses penjadwalan dengan menekan tombol Proses, algoritma *Tabu Search* akan memproses data sesuai dengan iterasi yang dilakukan. Jika terdapat jadwal yang memiliki konflik, maka jadwal pada tabel penjadwalan menampilkan warna berwarna merah. Jadwal yang sudah diproses biasanya masih terdapat bentrok atau adanya batasan waktu tertentu, jadwal yang telah diolah oleh *Tabu Search* dapat disimpan. Halaman penjadwalan *Tabu Search* dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

Tabu Search		Kelas					
Hari	Jam	X IPA 1	XI IPA 1	XII IPA 1	X IPS 1	X IPS 1	XII IPS 1
S e n i n	1 06:40 - 07:30	MTKM (Andri Nurhidayat)	KIM (Edy Priyono)	KIM (Endang Isdriatjlowati)	ECO (Manis Fitri Kusdiyashih)	GEO (Djuhadi)	
	2 07:30 - 08:20	MTKM (Andri Nurhidayat)	KIM (Edy Priyono)	KIM (Endang Isdriatjlowati)	ECO (Manis Fitri Kusdiyashih)	GEO (Djuhadi)	
	3 08:20 - 09:10	SASING (Yuvita Carolin)	SBD (Zulifah Chikmawati)	BIND (Tyas Wahyu Pristiawati)	PJOK (Faizal Nugraha)	BD (Mega Pratamasari Agustini)	
	4 09:10 - 10:00	SASING (Yuvita Carolin)	SBD (Zulifah Chikmawati)	BIND (Tyas Wahyu Pristiawati)	PJOK (Faizal Nugraha)	BD (Mega Pratamasari Agustini)	
	5 10:00 - 10:15	MTKM (Andri Nurhidayat)	BING (Yuvita Carolin)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	IT (S. Uswatun Khasanah)	
	6 10:50 - 11:40	FIS (Siti Fatonah)	BING (Yuvita Carolin)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	IT (S. Uswatun Khasanah)	
	7 11:40 - 12:30	FIS (Siti Fatonah)	MTKM (Andri Nurhidayat)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	SOS (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	ECO (Susilana)	
	8	MAT	MTKM	PABP	SOS	ECO	

Gambar 4.6 Halaman Penjadwalan Mata Pelajaran *Tabu Search*



Gambar 4.7 Halaman Simpan Jadwal Mata Pelajaran *Tabu Search*

4.2.5 Halaman Hasil Penjadwalan *Tabu Search*

Halaman hasil penjadwalan *Tabu Search* tersebut berisi tentang data jadwal mata pelajaran yang telah di proses oleh *Tabu Search* dan disimpan oleh admin tata usaha, admin tata usaha dapat melihat detail beban mengajar dari masing-masing guru pada jadwal yang telah dibuat. Hasil penjadwalan *Tabu Search* dapat dilihat pada Gambar 4.8 hingga Gambar 4.11.

Laporan Jadwal Mata Pelajaran SMA Antartika Sidoarjo

Cari Data

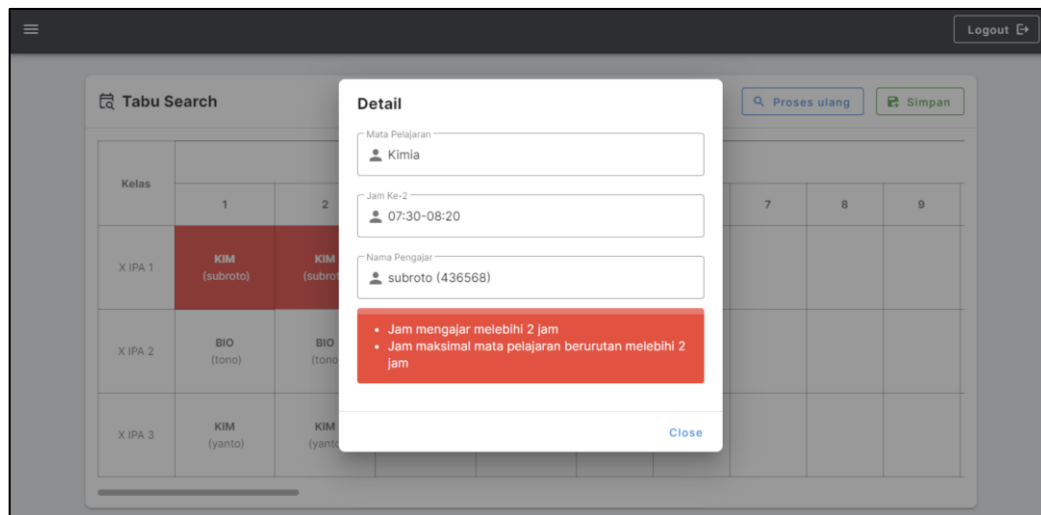
No.	Judul	Aksi
1	Tahun Ajaran 2024/2025 (Tabu Search)	Detail Hapus
2	Tahun Ajaran 2024/2025 Simpan	Detail Hapus
3	Tahun Ajaran 2024/2025 Kondisi 3	Detail Hapus
4	Tahun Ajaran 2024/2025 -2	Detail Hapus
5	Tahun Ajaran 2024/2025 Final	Detail Hapus
6	Tahun Ajaran 2024/2025 Tabu Seach Kondisi 2	Detail Hapus
7	Tahun Ajaran 2024/2025	Detail Hapus

Gambar 4.8 Laporan Jadwal Mata Pelajaran

Laporan Jadwal: Tahun Ajaran 2024/2025 26 Juli [Download](#)

Hari	Jam	Kelas					
		X IPA 1	XI IPA 1	XII IPA 1	X IPS 1	XI IPS 1	XII IPS 1
S e n i n	1 06:40 - 07:30	MTKM (Andri Nurhidayat)	KIM (Edy Prihono)	KIM (Endang Isdrilatiwati)	ECO (Manis Fitri Kusdiyasa)	GEO (Djunadi)	
	2 07:30 - 08:20	MTKM (Andri Nurhidayat)	KIM (Edy Prihono)	KIM (Endang Isdrilatiwati)	ECO (Manis Fitri Kusdiyasa)	GEO (Djunadi)	
	3 08:20 - 09:10	SASING (Yuvita Carolin)	SBD (Zulfah Chikmawati)	BIND (Tyas Wahyu Pristiawati)	PJOK (Faizal Nugraha)	BD (Mega Pratamasari Agustini)	
	4 09:10 - 10:00	SASING (Yuvita Carolin)	SBD (Zulfah Chikmawati)	BIND (Tyas Wahyu Pristiawati)	PJOK (Faizal Nugraha)	BD (Mega Pratamasari Agustini)	
	5 10:00 - 10:15	MTKM (Andri Nurhidayat)	BING (Yuvita Carolin)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	IT (S. Uswatun Khasanah)	
	6 10:50 - 11:40	FIS (Siti Fatmah)	BING (Yuvita Carolin)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	BIND (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	IT (S. Uswatun Khasanah)	
	7 11:40 - 12:30	FIS (Siti Fatmah)	MTKM (Andri Nurhidayat)	BIO (Dewi Erwindaraswati)	SOS (Nia Khoirun Nisa Yudianti)	ECO (Susiana)	
	8	MAT	MTKM	PABP	SOS	ECO	

Gambar 4.9 Halaman Detil Jadwal Mata Pelajaran *Tabu Search*



Gambar 4.10 Halaman Detil Konflik

No	Hari	Akronim	Nama	Kelas	Mulai	Selesai	Jumlah
1	Selasa	PPKN	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	X IPA 1	10:00	10:50	35
2	Selasa	PPKN	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	X IPA 1	10:50	11:40	35
3	Kamis	SIND	Sejarah Indonesia	X IPA 1	11:40	12:30	35
4	Kamis	SIND	Sejarah Indonesia	X IPA 1	12:30	13:20	35
5	Kamis	PPKN	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	XI IPA 1	14:10	15:00	35
6	Jum'at	PPKN	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	XI IPA 1	10:50	11:40	35

Gambar 4.11 Halaman Detil Beban Mengajar

Implementasi sistem *login*, pengelolaan data pengguna, pengelolaan data guru, pengelolaan data kelas, pengelolaan data struktur kurikulum dapat dilihat pada Lampiran 3 Gambar L3.50 sampai L3.73.

4.3 Evaluasi Sistem

Pada hasil uji coba Penerapan Metode *Tabu Search* Pada Sistem Penjadwalan Guru di SMA Antartika Sidoarjo berbasis web, didapatkan hasil bahwa:

1. Sebelum adanya sistem *Tabu Search* di SMA Antartika Sidoarjo, pembuatan jadwal pelajaran memakan waktu 4 minggu, sering kali menghadapi bentrok dan distribusi jam mengajar yang melebihi batas beban mengajar. Setelah penerapan *Tabu Search*, proses ini menjadi lebih cepat, mempertimbangkan

ketersediaan guru, preferensi waktu, dan kebutuhan pelajaran. Waktu penyusunan berkurang signifikan yakni kurang lebih 10-15 menit, menghasilkan jadwal yang lebih teratur dan adil, serta kepuasan semua pihak.

2. Sebelum penerapan sistem tersebut, terdapat 80 pelanggaran jadwal. Setelah metode *Tabu Search* diterapkan, jumlah konflik berhasil dikurangi menjadi hanya 4 pelanggaran. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Tabu Search* efektif dalam mengoptimalkan penjadwalan guru dan mengurangi konflik.
3. Aplikasi berhasil menerapkan batas beban mengajar agar tidak melebihi beban mengajar guru yang ada pada kontrak.
4. Aplikasi mampu memberikan rekomendasi jadwal mata pelajaran sesuai kriteria batasan (*constraint*) yang telah ditentukan oleh guru. Kriteria tersebut meliputi dua jenis, yaitu *soft constraint* dan *hard constraint*. *Soft constraint* mencakup preferensi atau keinginan yang diharapkan tetapi tidak wajib, sedangkan *hard constraint* adalah batasan yang harus dipatuhi tanpa kecuali. Kriteria ini menjadi acuan penting dalam perhitungan algoritma *Tabu Search*, memastikan bahwa jadwal yang dihasilkan tidak hanya optimal tetapi juga sesuai dengan kebutuhan akademik dan operasional sekolah.
5. Aplikasi dapat membantu guru dalam membuat jadwal mata pelajaran untuk siswa SMA Antartika Sidoarjo secara otomatis. Selain itu, aplikasi tersebut juga dapat membantu guru dalam melihat hasil penjadwalan yang telah diolah menggunakan metode *Tabu Search*. Dengan fitur ini, guru dapat melakukan evaluasi dan penyesuaian jadwal dengan lebih mudah dan cepat, sehingga proses penjadwalan menjadi lebih fleksibel dan responsif terhadap perubahan kebutuhan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji coba dan evaluasi sistem dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Sistem dapat menghasilkan proses penjadwalan dengan menggunakan metode *Tabu Search* untuk SMA Antartika Sidoarjo.
- b. Sistem penjadwalan sesuai dengan *constraint* yaitu jadwal *crash*, guru tidak mengajar lebih dari 2 jam pelajaran, bobot mata pelajaran, maksimal jam pelajaran perhari.
- c. Penerapan Tabu Search pada penjadwalan mata pelajaran sangat efektif dalam mengoptimalkan penjadwalan dengan mengurangi nilai konflik secara signifikan, yaitu sebesar 90% dan 89,2% pada 2 kondisi yang berbeda, menunjukkan efisiensi algoritma dalam penanganan masalah penjadwalan.
- d. Dengan penerapan sistem Tabu Search, proses penyusunan jadwal di SMA Antartika Sidoarjo mengalami peningkatan efisiensi waktu yang signifikan, dari sekitar 4 minggu menjadi hanya 2 hari untuk input data dan beberapa menit untuk proses penjadwalan otomatis.

5.2 Saran

Saran pengembangan sistem Penjadwalan dengan metode *Tabu Search* pada SMA Antartika Sidoarjo adalah sebagai berikut:

- a. Aplikasi dapat ditambahkan fitur perubahan jadwal dan fitur persetujuan atas perubahan jadwal mata pelajaran yang diusulkan.
- b. Aplikasi dapat ditambahkan fungsi perhitungan tunjangan sesuai bobot mengajar tiap guru.
- c. Aplikasi dapat ditambahkan fitur evaluasi jadwal yang telah diproses, agar mampu menukarkan jadwal yang masih *crash*.

DAFTAR PUSTAKA

- Betrianis, B., & Aryawan, P. T. (2003). Penerapan Algoritma Tabu Search Dalam Penjadwalan Job Shop. *MAKARA TEKNOLOGI*, 7, 3.
- Candra, L. (2016). Penerapan algoritma tabu search untuk penjadwalan mata pelajaran di smk swasta pelita- 2 aeckanopan. *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, 3, 74-79.
- Dwiantoro, R. (2017, October 30). *TA : Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode Tabu Search pada SMPN 2 Waru*. Retrieved from Repositori Universitas Dinamika: <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2530/>
- Glover, F., & Laguna, M. (1997). *Tabu Search*. Kluwer Academic.
- Jayanto, A. D. (2015, November 11). *Sistem Informasi Penjadwalan Mata Pelajaran Pada SMP Negeri 1 Petarukan Pemalang*. Retrieved from UNNES Repository: <https://lib.unnes.ac.id/20919/>
- Petrovic, S., & Burke, E. (2004). *In Handbook of scheduling: Algorithms, models, and performance analysis*. New York: University timetabling.
- Pressman, R. S. (2015). *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi Buku I*. Yogyakarta: Andi.
- Sasongko, I. A. (2020, September 11). *Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran Pada SMA Giki 2 Surabaya*. Retrieved from Repositori Universitas Dinamika: <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/5267/>
- Schroeder, R. G. (2000). *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases*. Boston: McGraw-Hill School Education Group.
- Setiyani, L. (2018). *Rekayasa Perangkat Lunak [Software Engineering]*. Katawang: Jatayu Catra Internusa.
- Simarmata, J. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sukamto, R. A., & Shalahuddin, M. (2016). *Rekayasa Perangkat Lunak. Informatika*, 1-291.