

# Perangkat Lunak Penyusunan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika

<sup>1</sup>Murnawan, <sup>2</sup>Rido Saputra

**Abstract**—Penjadwalan sangat membantu seseorang atau organisasi ketika mengatur dan memajemen waktu, sehingga hal-hal yang sedang dan akan dikerjakan dapat terlaksana sesuai rencana. Dengan hasil jadwal yang optimal akan memberi dampak yang positif untuk kemajuan seseorang atau organisasi dilihat dari segi kedisiplinan dan pemanfaatan waktu.

Komputer adalah sebuah alat yang sempurna untuk mengoptimalkan sesuatu hal selama parameter untuk pengoptimalan masih dapat diinput melalui format elektronik. Diharapkan dengan menggunakan algoritma genetik, akan diperoleh penjadwalan yang optimal yaitu kondisi dimana terjadi kombinasi terbaik untuk pasangan matakuliah dan dosen pengajar secara keseluruhan, sehingga tidak adanya permasalahan bentrok jadwal pada sisi mahasiswa, serta ketersediaan ruang yang cukup dan sesuai dengan fasilitas sarana untuk matakuliah yang ada.

**Index Terms**—Penjadwalan, Algoritma Genetika, Optimasi.

## I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan globalisasi sekarang ini, waktu adalah suatu hal yang sangat berharga bagi seseorang untuk disia-siakan. Baik diantara mereka ada yang berperan sebagai mahasiswa, pembisnis, guru, pedagang, karyawan dan lain sebagainya pasti tidak ingin waktu mereka terbuang secara percuma dengan sesuatu hal yang tak berguna. Membagi waktu memang adalah suatu hal yang sangat sulit untuk dilakukan, walaupun semenjak kecil kita sudah terbiasa dengan kehidupan disiplin biasanya dengan berjalannya waktu dan bertambahnya jumlah kegiatan, kemungkinan besar hal-hal yang penting pun pasti akan terabaikan karena kelalaian dalam pembagian waktu.

Begitupula untuk kegiatan kampus-kampus besar mereka benar-benar memperhitungkan pembagian waktu didalam melakukan kegiatan belajar mengajar agar didapat waktu yang berkesesuaian dengan ketersediaan waktu yang telah diambil oleh dosen dan dapat diikuti oleh mahasiswa yang bersangkutan. Penyusunan jadwal kuliah yang tidak sesuai dapat membuat hal-hal yang telah direncanakan gagal untuk mencapai yang diinginkan, hal ini biasanya disebabkan oleh kurangnya ketersediaan dosen, kurangnya ketersediaan ruangan, jumlah mahasiswa yang melebihi kapasitas, kurangnya ketersediaan peralatan mengajar dan hal-hal lain

yang mengharuskan pihak kampus untuk membuat penyusunan daftar jadwal kuliah tersebut harus dibuat dengan sangat teliti.

Hal yang sama terjadi pula diawal semester di kampus PKN dan STMIK LPKIA. Kegiatan menyusun jadwal kuliah merupakan sesuatu hal yang sangat sulit untuk dilakukan dikarenakan oleh faktor seperti harus menunggu pengembalian formulir perpanjangan kontrak kerja dari tiap-tiap dosen, menentukan waktu dari tiap-tiap dosen untuk mengajar sesuai dengan daftar ketersediaan waktu mengajar mereka, pengaturan kelas yang sesuai dengan mata pelajaran yang bersangkutan dan ditambah dengan jumlah kelas yang begitu terbatas sehingga proses ini dapat memakan waktu hingga 2-3 minggu. Proses pembentukan jadwal tersebut dilakukan secara berulang setiap awal semester untuk disesuaikan kembali dengan waktu-waktu ketersediaan mengajar dari tiap-tiap dosen dan sarana kelas yang ada.

Penyusunan jadwal dengan memadukan algoritma genetika merupakan suatu langkah untuk mempermudah didalam pembuatan jadwal. Karena dengan proses ini kita menerapkan ilmu *sign* dan komputer atau dengan kata lain menerapkan *Artificial Intelligence* untuk membuat jadwal kuliah. Sebelumnya hasil yang didapat dari pembentukan jadwal masih belum maksimal dari yang diinginkan, seperti diantaranya masih banyak mahasiswa yang ditempatkan di kelas-kelas yang tidak sesuai dengan spesifikasi pendukung dari matakuliah yang bersangkutan, banyak dosen yang mengakhiri proses belajar mengajar dikarenakan waktu yang diberikan saling bertabrakan dengan jadwal ketersediaan mereka, belum lagi terkadang ada kelas yang memiliki waktu jeda kosong melebihi dari aturan yang ditetapkan oleh kampus PKN dan STMIK LPKIA tetapi dengan menerapkan proses penyusunan jadwal dengan pendekatan algoritma genetika ini masalah-masalah tersebut dapat diminimalisir.

## II. METODE PENELITIAN

Penjadwalan untuk kegiatan belajar mengajar dalam suatu kampus adalah hal yang sangat rumit. Permasalahan yang sering disebut dengan *University Time Tabling Problems* (UTP) [9], selain dilihat dari sisi mahasiswa, juga harus dilihat dari sisi dosen, yaitu kemungkinan-kemungkinan dosen akan mengambil lebih dari satu matakuliah yang ada, sebab ada kemungkinan jumlah matakuliah dan jumlah dosen tidak sebanding, sehingga harus dipikirkan juga solusi agar dosen tidak mengambil dua matakuliah berbeda pada hari dan jam yang sama.

Selain itu, harus dipertimbangkan juga ketersediaan kelas sehingga kegiatan belajar dapat dilaksanakan. Salah

<sup>1</sup> Universitas Widyatama Bandung, ([murnawan@widyatama.ac.id](mailto:murnawan@widyatama.ac.id)).

<sup>2</sup> STMIK LPKIA Bandung, ([uda\\_rido@yahoo.com](mailto:uda_rido@yahoo.com)).

satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan algoritma genetik.

#### A. Dasar Algoritma Genetika

Pada dasarnya Algoritma Genetika memiliki tujuh komponen, tetapi banyak metode yang bervariasi yang diusulkan pada masing-masing komponen tersebut. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Suatu metode yang bagus untuk masalah A belum tentu bagus untuk masalah B, atau bahkan tidak bisa digunakan untuk masalah C. Tetapi yang pasti menurut [11] ada komponen-komponen yang harus ada dalam algoritma genetika adalah sebagai berikut :

#### Skema Pengkodean

Skema pengkodean atau penentuan model dari sistem buatan dengan mendefinisikan spesies-spesies dengan struktur gen dan kromosom yang ditentukan berdasarkan sifat-sifatnya. Terdapat tiga skema yang paling umum digunakan dalam pengkodean [9], yaitu :

- 1) *Real-number encoding*. Pada skema ini, gen berada dalam interval  $[0, R]$ , dimana  $R$  adalah bilangan real positif dan biasanya  $R=1$ .
- 2) *Discrete decimal encoding*, setiap gen bisa bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval  $[0, 9]$ .
- 3) *Binary encoding*, setiap gen hanya bisa bernilai 0 atau 1.

#### Nilai Fitness

Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Didalam evolusi alam, individu yang bernilai fitness tinggi akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai fitness rendah akan mati atau dengan kata lain perhitungan nilai kebugaran (*Fitness*) dari setiap spesies berdasarkan strukturnya. Nilai kebugaran ini adalah ukuran optimal tidaknya suatu solusi.

#### Seleksi Orang Tua

Pemilihan dua buah kromosom sebagai orang tua, yang akan dipindah-silangkan, biasanya dilakukan secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Pada penelitian ini metode seleksi yang digunakan adalah *roulette-wheel* (roda roulette). Sesuai dengan namanya, metode ini meniru permainan *roulette-wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda *roulette* secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibanding dengan kromosom bernilai fitness rendah.



Gambar 1. Ilustrasi Roulette Wheel

#### Crossover atau Pindah Silang

Salah satu komponen paling penting dalam algoritma genetika adalah *Crossover* atau pindah silang. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang bagus bisa

diperoleh dari proses memindah-silangkan dua buah kromosom.

*Partial-Mapped Crossover* (PMX) diciptakan oleh Goldberg dan Lingle [11]. PMX merupakan rumusan modifikasi dari pindah silang dua poin. Hal yang penting dari PMX adalah pindah silang 2-poin ditambah dengan beberapa prosedur tambahan.

Langkah-langkahnya sebagai berikut [11]:

- 1) Menentukan 2 posisi pada kromosom dengan aturan acak. Substring yang berada dalam 2 posisi ini dinamakan daerah pemetaan.
- 2) Menukar 2 substring antar induk untuk menghasilkan proto-child.
- 3) Menentukan hubungan pemetaan di antara dua daerah pemetaan.
- 4) Menentukan kromosom keturunan mengacu pada hubungan pemetaan.

#### Mutasi

Prosedur mutasi sangatlah sederhana. Untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi yang ditentukan maka ubah gen tersebut menjadi nilai kebalikannya.

#### Offspring

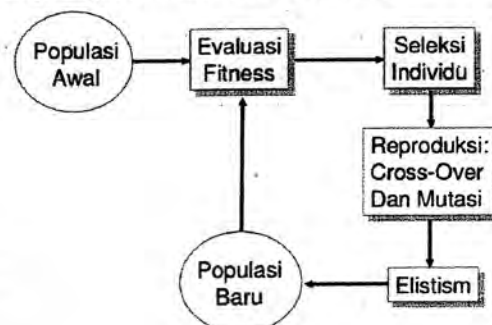
*Offspring* merupakan kromosom baru yang dihasilkan setelah melalui proses-proses di atas. kemudian pada *offspring* tersebut dihitung fitnessnya apakah sudah optimal atau belum, jika sudah optimal berarti *offspring* tersebut merupakan solusi optimal, tetapi jika belum optimal maka akan diseleksi kembali, begitu seterusnya sampai terpenuhi kriteria berhenti. Beberapa kriteria berhenti yang sering digunakan antara lain :

- 1) Berhenti pada generasi tertentu.
- 2) Berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai fitness tertinggi tidak berubah.
- 3) Berhenti bila dalam  $n$  generasi berikut tidak didapatkan nilai fitness yang lebih tinggi

#### Proses Elitism

Karena seleksi dilakukan secara random, maka tidak ada jaminan bahwa suatu individu bernilai fitness tertinggi akan selalu terpilih. Kalaupun individu bernilai fitness tinggi terpilih, mungkin saja individu tersebut akan rusak atau nilai fitnessnya menurun karena proses silang. Untuk menjaga agar individu bernilai fitness tinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuatkan satu atau beberapa kopyannya.

Dengan melakukan proses di atas berulang-ulang, diharapkan induk yang baik akan diperoleh generasi anak dengan spesies-spesies yang lebih baik. Berikut alur dari kerja algoritma secara keseluruhan :



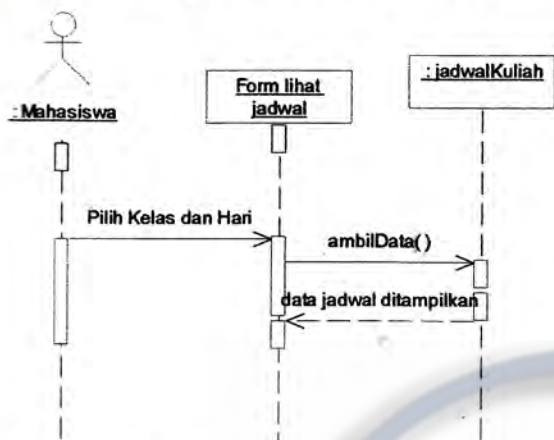




atribut id, kodeDosen, tglPengajuan, tglPengembalian, status, beban dan statusBaca serta memiliki *method* simpan, hapus dan ambilData.

**C. Sequence Diagram**

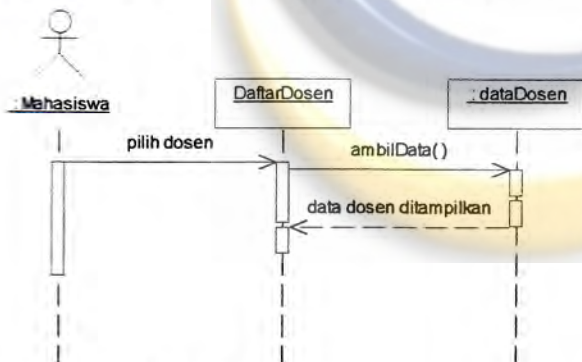
*Sequence diagram* mendokumentasikan komunikasi atau interaksi antar kelas-kelas. *Sequence diagram* menunjukkan sejumlah objek dan *message* (pesan) yang ditetakkan diantara objek-objek di dalam *use case*.



Gambar 5. Sequence Diagram lihat jadwal

Penjelasan *sequence diagram* lihat jadwal yang terdapat pada Gambar 3:

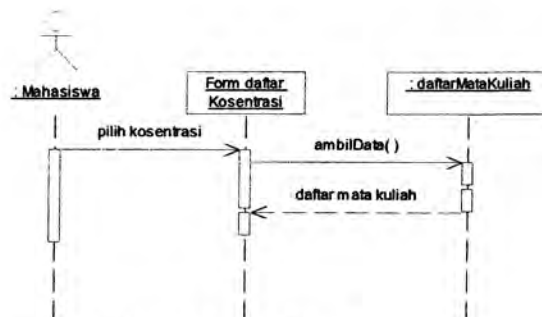
- 1) Mahasiswa atau pengguna umum melakukan lihat jadwal dengan cara masuk ke form lihat jadwal.
- 2) Mahasiswa memilih *combobox* daftar kelas dan hari, jika data sesuai dengan didatabase maka akan tampil daftar jadwal pelajaran.
- 3) Jika tidak ada maka akan tampil pesan kesalahan.



Gambar 6. Sequence Diagram lihat dosen

Penjelasan *sequence diagram* pada Gambar 4:

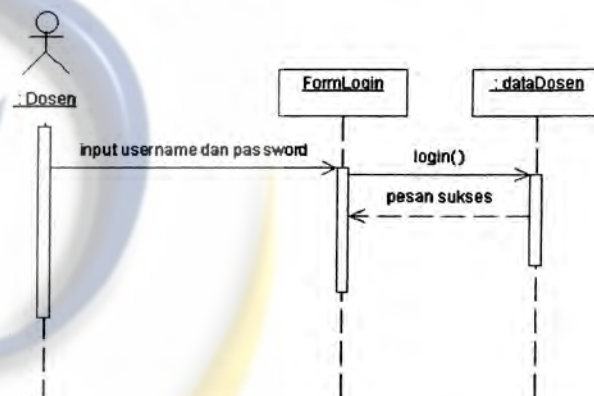
- 1) Mahasiswa atau pengguna umum melakukan lihat dosen dengan cara masuk ke form lihat dosen.
- 2) Mahasiswa mengklik nama dosen.
- 3) Sistem akan menampilkan data dosen yang dipilih.



Gambar 7. Sequence Diagram lihat mataKuliah

Penjelasan *sequence diagram* pada Gambar 5:

- 1) Mahasiswa atau pengguna umum melakukan lihat mataKuliah dengan cara masuk ke form lihat mataKuliah.
- 2) Kemudian mahasiswa memilih jurusan mana yang akan dilihat dengan cara mengklik data jurusan.
- 3) Sistem akan menampilkan daftar makakuliah sesuai dengan pilihan jurusan.



Gambar 8. Sequence Diagram autentikasi

Penjelasan *sequence diagram* pada Gambar 6:

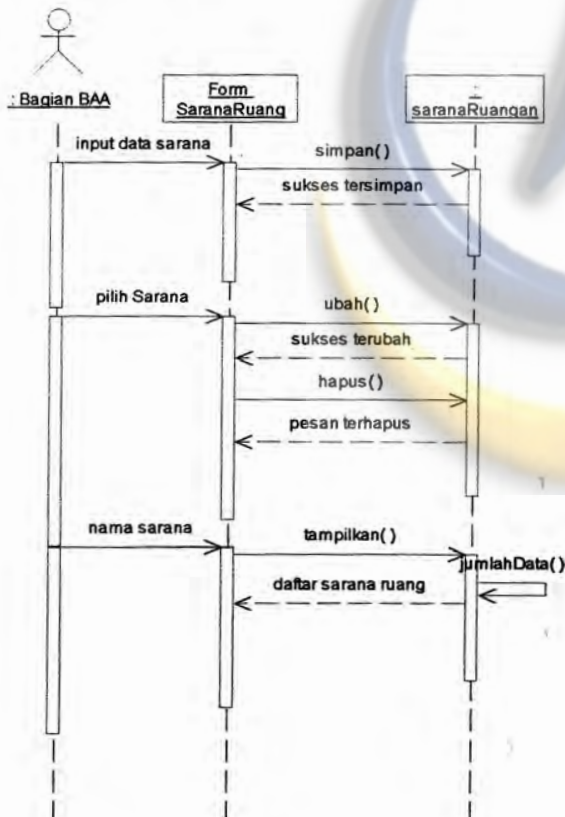
- 1) Dosen, ketua kaprodi atau biro administrasi akademik melakukan login dengan cara masuk ke form login.
- 2) Pengguna memasukkan username dan password.
- 3) Jika data yang di masukkan sesuai dengan yang ada di database, maka pengguna akan di pindahkan ke halaman sesuai dengan hak aksesnya masing-masing.

Berikut ini penjelasan *sequence diagram* pada Gambar 7:

- 1) dosen atau kaprodi atau BAA telah melakukan login terlebih dahulu.
- 2) Untuk mengirim pesan pengguna diharuskan mengisi data penerima pesan, judul pesan dan isi pesan.
- 3) Klik tombol kirim untuk mengirim pesan.
- 4) Jika pengguna akan lihat pesan, langkahnya dengan cara masuk ke form notifikasi pesan masuk.
- 5) Pesan akan ditampilkan oleh sistem.
- 6) Jika ingin menghapus pengguna tinggal memilih menu hapus.



Gambar 9. Sequence Diagram kirim pesan

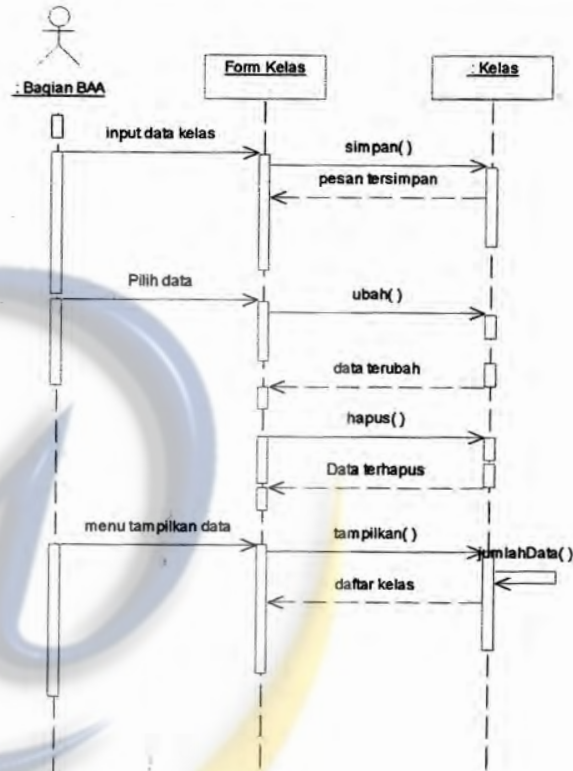


Gambar 10. Sequence Diagram saranaRuang

#### Penjelasan *sequence diagram saranaRuang* :

- 1) Biro administrasi Akademik harus sudah login untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Untuk mengisi data, aktor BAA harus mengisi data nama sarana lalu klik simpan untuk proses penyimpanan ke database.

- 3) Untuk mengubah data sarana, aktor BAA tinggal memilih id sarana yang akan diubah lalu isi data yang baru, lalu proses ubah untuk menyimpan perubahan data, jika berhasil data berubah akan tampil pesan data berhasil berubah.
- 4) Untuk proses hapus data pilih idSarana lalu klik menu hapus, jika data terhapus maka akan tampil pesan sukses terhapus.
- 5) Untuk melihat data BAA tinggal klik tombol tampilkan data.



Gambar 11. Sequence Diagram kelas

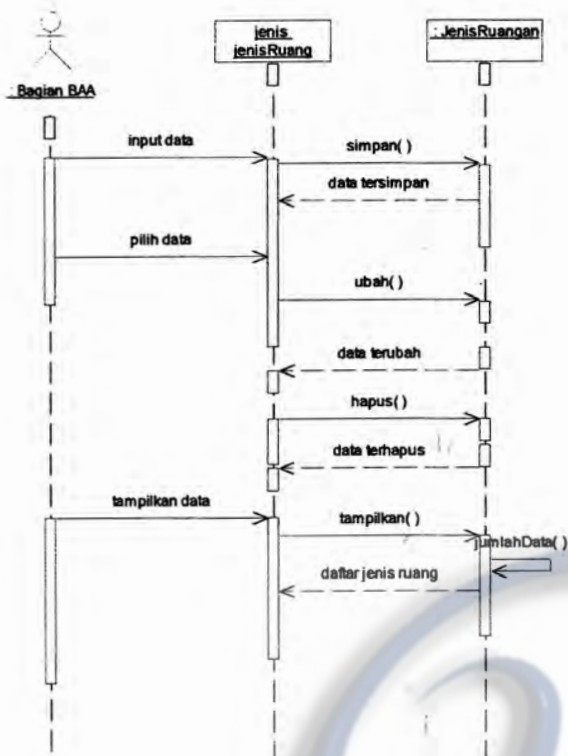
#### Penjelasan *sequence diagram kelas* :

- 1) Aktor BAA sudah melakukan login terlebih dahulu.
- 2) Aktor BAA mengisi data kelas lalu klik simpan untuk menyimpan kedalam database, jika data tersimpan maka akan ada pesan tersimpan kedalam database.
- 3) Untuk mengubah data aktor BAA tinggal memilih data yang akan diubah lalu isi data yang akan diubah lalu klik ubah untuk menyimpan ke database, jika data tersimpan akan tampil pesan terubah.
- 4) Untuk menghapus data BAA tinggal memilih data yang akan dihapus lalu klik menu hapus, jika data terhapus maka akan tampil pesan terhapus.
- 5) Untuk menampilkan data klik menu tampilkan.

#### Penjelasan *sequence diagram jenisRuang* :

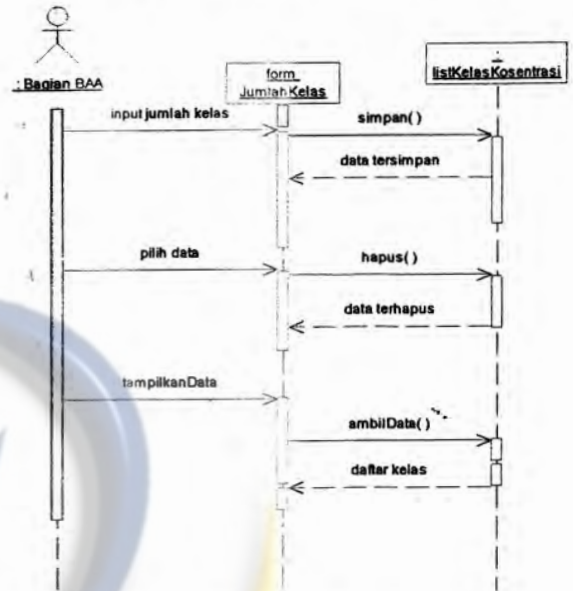
- 1) Aktor BAA harus sudah login untuk bisa melakukan proses ini.
- 2) Aktor BAA mengisi data jenis ruang lalu klik simpan, jika data tersimpan maka sistem akan menampilkan pesan.
- 3) Untuk mengubah data jenis, aktor BAA harus memilih id jenis yang akan diubah lalu klik ubah, jika data berubah maka sistem akan menampilkan pesan data terubah.

4) Untuk menampilkan data klik tombol tampilkan data.



Gambar 12. Sequence Diagram jenisRuang

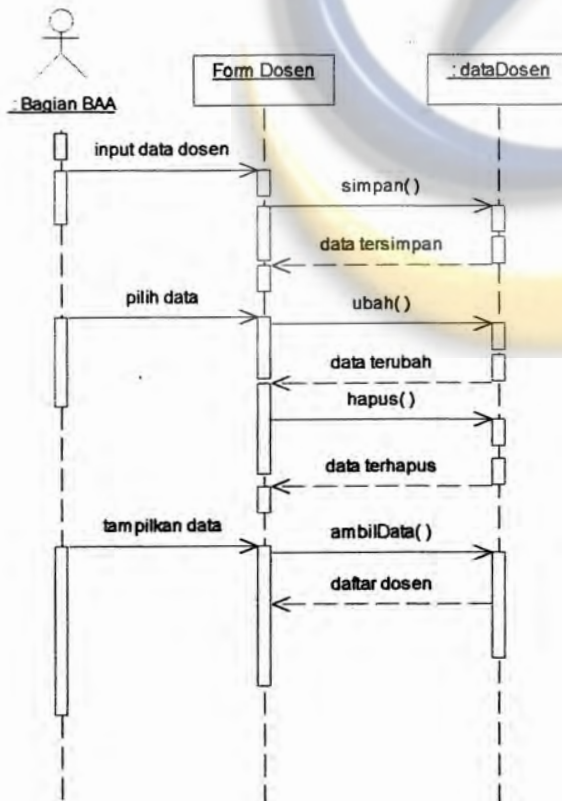
- 2) Aktor BAA mengisi data dosen lalu klik simpan untuk menyimpan kedalam database, jika data tersimpan maka akan tampil pesan sukses penyimpanan.
- 3) Untuk mengubah data BAA harus memilih id dosen lalu mengisi data baru, klik ubah untuk mengubah data. Jika data berubah maka akan tampil pesan sukses berubah.
- 4) Untuk menghapus pilih data yang akan dihapus lalu klik menu hapus. Jika data terhapus maka akan tampil pesan terhapus.
- 5) Untuk menampilkan data klik menu tampilkan data.



Gambar 14. Sequence Diagram jumlahKelas

Penjelasan *sequence diagram jumlahKelas* :

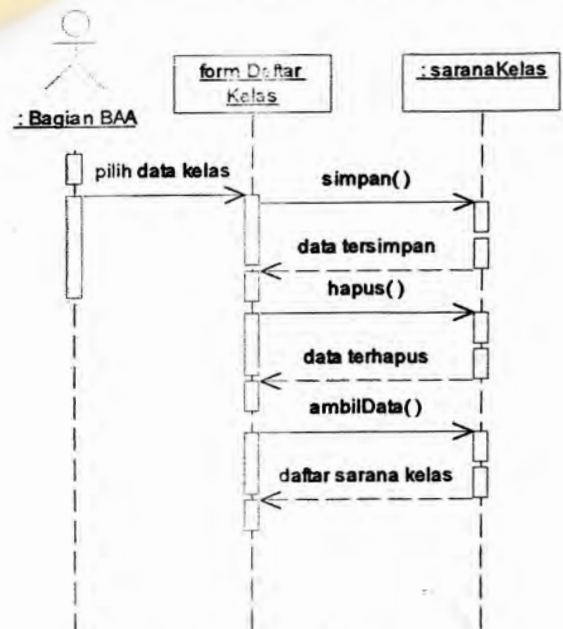
- 1) BAA harus sudah login untuk bisa melakukan proses ini.
- 2) BAA mengisi jumlah data kelas lalu klik simpan untuk menyimpan kedalam database, jika data tersimpan akan ada pesan data tersimpan.
- 3) Untuk hapus data klik id kelas lalu klik hapus.
- 4) Untuk menampilkan data klik menu tampilkan data.



Gambar 13. Sequence Diagram dataDosen

Penjelasan *sequence diagram dataDosen* :

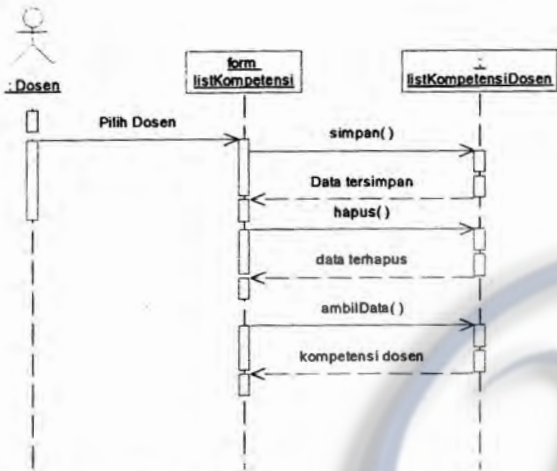
- Aktor BAA sudah melakukan login untuk dapat melakukan proses ini.



Gambar 15. Sequence Diagram tambahSaranaKelas

Penjelasan *sequence diagram* pada Gambar:

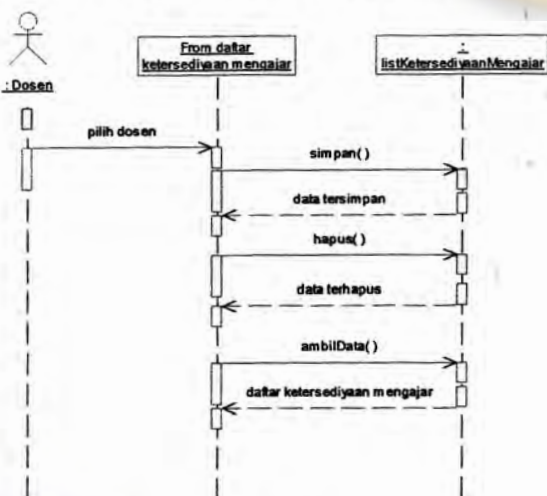
- 1) BAA sudah melakukan login untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Pilih daftar kelas yang akan di tambahkan sarananya, klik simpan untuk menambah data, jika data tersimpan maka akan ada pesan data sukses tersimpan.
- 3) Untuk menghapus pilih id sarana kelas lalu klik menu hapus.
- 4) Jika data terhapus maka akan tampil pesan data terhapus
- 5) Daftar sarana kelas akan ditampilkan dalam bentuk daftar tabel.



Gambar 16. Sequence Diagram daftarKompetensiDosen

Penjelasan *sequence diagram daftarKompetensiDosen* :

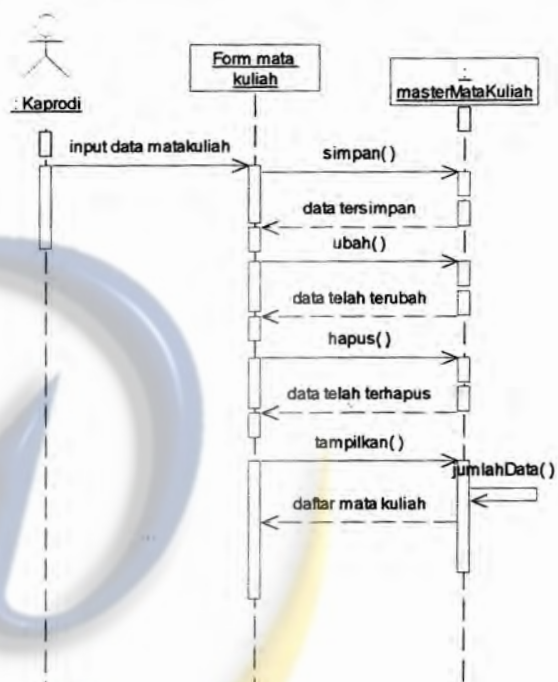
- 1) Dosen atau kaprodi sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Pilih dosen yang ingin di tambah kompetensinya.
- 3) Klik simpan untuk menyimpan data dalam database, jika data berhasil tersimpan maka akan tampil pesan data tersimpan.
- 4) Untuk menghapus klik menu hapus data, jika data berhasil terhapus maka akan tampil pesan data telah terhapus.
- 5) Daftar data ditampilkan dalam bentuk tabel.



Gambar 17. Sequence Diagram daftarKetersediaanMengajar

Penjelasan *sequence diagram* pada Gambar :

- 1) Dosen atau kaprodi sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Pilih dosen yang ingin di tambah ketersediaan mengajarnya.
- 3) Klik simpan untuk menyimpan data dalam database, jika data berhasil tersimpan maka akan tampil pesan data tersimpan.
- 4) Untuk menghapus klik menu hapus data, jika data berhasil terhapus maka akan tampil pesan data telah terhapus.
- 5) Daftar data ketersediaan mengajar ditampilkan dalam bentuk tabel.



Gambar 18. Sequence Diagram masterMatakuliah

Penjelasan *sequence diagram masterMatakuliah* :

- 1) kaprodi sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) kaprodi mengisi data matakuliah, klik simpan untuk menyimpan ke database
- 3) Jika data telah tersimpan maka akan ada pesan data telah tersimpan
- 4) Untuk mengubah data klik idmatakuliah lalu klik ubah jika data telah berubah maka akan tampil pesan data telah berubah.
- 5) Untuk menghapus klik menu hapus data.
- 6) Data ditampilkan dalam bentuk tabel.

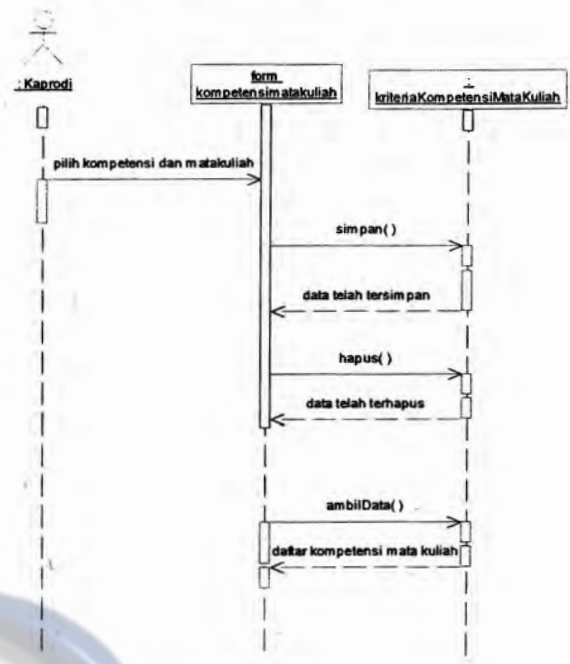
Penjelasan *sequence diagram daftarmatakuliah* :

- 1) kaprodi sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) kaprodi mengisi data matakuliah berdasarkan jurusan yang terpilih, klik simpan untuk menyimpan ke database
- 3) Jika data telah tersimpan maka akan ada pesan data telah tersimpan
- 4) Untuk mengubah data klik idmatakuliah lalu klik ubah jika data telah berubah maka akan tampil pesan data telah berubah.
- 5) Untuk menghapus klik menu hapus data.
- 6) Data ditampilkan dalam bentuk tabel.

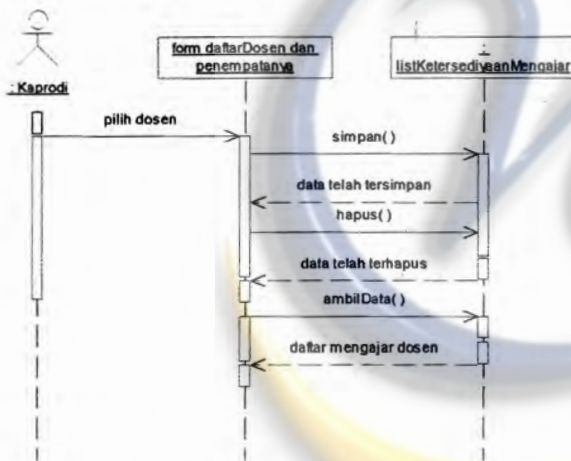
5) Data ditampilkan dalam bentuk tabel.



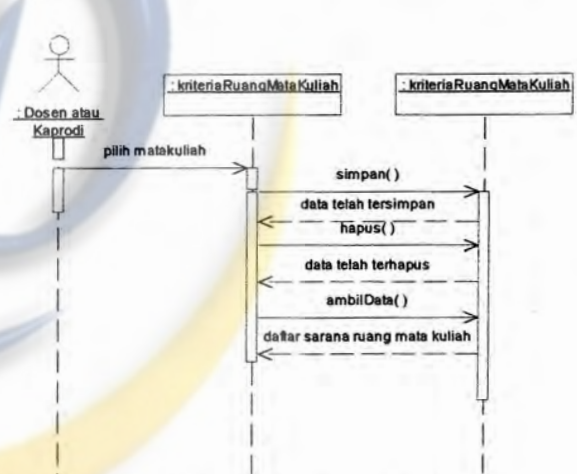
Gambar 19. Sequence Diagram daftarmatakuliah



Gambar 21. Sequence Diagram tambahkompetensimatakuliah



Gambar 20. Sequence Diagram strategipengajar



Gambar 22. Sequence Diagram tambahsaranamatakuliah

Penjelasan sequence diagram strategipengajar :

- 1) Kaprodi sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Kaprodi memilih data dosen mana yang mengajar matakuliah yang terpilih berdasarkan data yang dipilih, klik simpan untuk menyimpan ke database
- 3) Jika data telah tersimpan maka akan ada pesan data telah tersimpan
- 4) Untuk menghapus klik menu hapus data.
- 5) Data ditampilkan dalam bentuk tabel.

Penjelasan sequence diagram

tambahkompetensimatakuliah :

- 1) Kaprodi sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Kaprodi memilih data kompetensi mana yang sesuai dengan matakuliah yang terpilih, klik simpan untuk menyimpan ke database
- 3) Jika data telah tersimpan maka akan ada pesan data telah tersimpan
- 4) Untuk menghapus klik menu hapus data.

Penjelasan sequence diagram tambahsaranamatakuliah :

- 1) Kaprodi atau Dosen sudah melakukan login terlebih dahulu untuk dapat melakukan proses ini.
- 2) Kaprodi atau Dosen memilih data sarana mana yang sesuai dengan matakuliah yang terpilih, klik simpan untuk menyimpan ke database
- 3) Jika data telah tersimpan maka akan ada pesan data telah tersimpan
- 4) Untuk menghapus klik menu hapus data.
- 5) Data ditampilkan dalam bentuk tabel.

### III KESIMPULAN

Penggunaan algoritma genetic pada proses pembuatan penjadwalan perkuliahan, akan diperoleh penjadwalan yang optimal yaitu kondisi dimana terjadi kombinasi terbaik untuk pasangan matakuliah dan dosen pengajar secara keseluruhan, sehingga tidak adanya permasalahan bentrok jadwal pada sisi mahasiswa, serta ketersediaan ruang yang

cukup dan sesuai dengan fasilitas sarana untuk matakuliah yang ada.

Untuk pengembangan selanjutnya sebaiknya algoritma genetika ini di topang oleh algoritma-algoritma lain seperti A\*, heuristic atau dengan metode-metode lain dikarenakan penulis merasa algoritma genetika ini masih kurang tepat didalam menghasilkan *output* jadwal kuliah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ellen, Randy L. Haupt Sue. *Practical Genetic Algorithms*. Canada: Jhon Wiley & Sons, Inc. Hobuken, new Jersey, 2004.
- [2] Kadir, Abdul. *Dasar Pemograman Web dinamis dengan JSP(Java Server Pages)*. Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [3] Miftakhul Huda, Cuk Subiyantoro, Bunafit Nugroho. *Membuat aplikasi penjualan dengan java dan mysql*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2008.
- [4] Munawar. *Pemodelan Visual dengan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [5] Naba, Dr. Eng. Agus. *Belajar cepat Fuzzy Logic menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET, 2009.
- [6] Nugroho, Adi. *Pemograman JAVA menggunakan IDE EWclipse Callisto*. yogyakarta: C.V Andi Offset, 2008.
- [7] Patrick Naughton, Herbert Schildt. *the complete reference Java2*. Berkeley, California: Osborne / McGraw-Hill, 1999.
- [8] Ridwan Sanjaya, SE., S.Kom. *Pengolahan Database Mysql 5 dengan Java 2*. Yogyakarta: Andi Offset, 2005.
- [9] Rothlauf, Franz. *Representations for Genetic and Evolutionari Algorithms*. Netherlands: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
- [10] Sholiq. *Pemodelan Sistem Informasi dengan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [11] Suyanto. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: 2005.

