

Sistem Penjadwalan Lapangan Bola Voli Menggunakan Algoritma Genetika

Ilham Setia Bhakti ¹, Achmad Noeman ^{1,*}, Asep Ramdhani Mahbub ¹

¹ Informatika; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl. Raya Perjuangan No.81 Margamulya, Kota Bekasi, Jawa Barat, Telp. (021) 7231948; e-mail: ilham.setia18@mhs.ubharajaya.ac.id, achmad.noeman@dsn.ubharajaya.ac.id, aseprm@dsn.ubharajaya.ac.id

* Korespondensi: e-mail: achmad.noeman@dsn.ubharajaya.ac.id

Diterima: 18 Jul 2022; Review: 3 Des 2022; Disetujui: 4 Jan 2023; Diterbitkan: 4 Jan 2023

Abstract

Scheduling activities are one of the important things to regulate the use of the field, especially at the BTP Sport Center. This study discusses the design of a scheduling application using genetic algorithm rules as a determinant of making a web-based schedule at the BTP Sports Center. Tenants are divided into two categories, namely regular tenants and face-to-face tenants. Permanent tenants are tenants who rent regularly or repeatedly. Field scheduling is important in setting the time and place for exercise. Some of the problems that occur in scheduling are the large number of tenants and the limited number of administrators who set the schedule, especially at the BTP Sports Center. Field schedules have to be paired one by one manually so that sometimes there are schedules that clash with each other without the management realizing it. The genetic algorithm itself is an algorithm inspired by the scientific selection process initiated by the famous scientist Charles Darwin. While the method used for software development is the RAD (Rapid Application Development) method. The administrator will enter the application with the account that has been provided and then enter the names of the tenants and the rental time, after that the schedule can be created automatically to be printed and displayed in the GOR lobby. The result of the research is that by applying genetic algorithms to scheduling, schedules can be made more efficiently so as to speed up the scheduling process at the BTP Sports Center.

Keywords: BTP Sports Center, Genetic Algorithm, Scheduling, Web Application

Abstrak

Kegiatan penjadwalan merupakan salah satu hal penting untuk mengatur penggunaan lapangan, terutama pada Gedung Olahraga BTP. Penelitian ini membahas tentang perancangan sebuah aplikasi penjadwalan dengan menggunakan aturan algoritma genetika sebagai penentu pembuatan jadwal berbasis web di Gedung Olahraga BTP. Penyewa dibagi menjadi dua kategori, yaitu penyewa biasa dan penyewa tetap. Penyewa tetap merupakan penyewa yang melakukan sewa secara rutin atau berulang. Penjadwalan lapangan merupakan hal penting dalam mengatur waktu dan tempat untuk berolahraga. Beberapa masalah yang terjadi dalam penjadwalan adalah banyaknya jumlah penyewa dan terbatasnya jumlah pengurus yang mengatur jadwal khususnya pada Gedung Olahraga BTP. Jadwal lapangan harus dipasangkan satu persatu secara manual sehingga terkadang ada beberapa jadwal yang saling bentrok tanpa disadari pihak pengurus. Algoritma genetika sendiri adalah algoritma yang terinspirasi dari proses seleksi ilmiah yang dicetuskan oleh ilmuwan terkenal Charles Darwin. Sedangkan metode yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak adalah metode RAD (Rapid Application Development). Pengurus akan masuk kedalam aplikasi dengan akun yang sudah disediakan lalu memasukkan nama-nama penyewa dan waktu sewa, setelah itu jadwal dapat dibuat secara otomatis untuk dicetak dan dipajang di lobi GOR. Hasil dari penelitian adalah dengan diterapkannya algoritma genetika pada

penjadwalan, jadwal dapat dibuat dengan lebih efisien sehingga mempercepat proses penjadwalan di Gedung Olahraga BTP.

Kata kunci: Algoritma Genetika, Aplikasi Web, Gedung Olahraga BTP, Penjadwalan

1. Pendahuluan

Gedung Olahraga BTP merupakan salah satu tempat penyewaan lapangan yang ada di Perumahan Bekasi Timur Permai, Jl. Gatot Kaca Raya No.1, Desa Setiamekar, Kecamatan Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi. Gedung Olahraga BTP didirikan dengan tujuan untuk memwadhahi kegiatan berbagai cabang olahraga seperti voli, futsal, dan bulu tangkis. Keberadaan gedung olahraga sangat bermanfaat bagi masyarakat karena memudahkan masyarakat dalam mencari tempat untuk melakukan aktivitas olahraga. Penyewa yang ingin melakukan pemesanan lapangan dapat menghubungi kantor pengurus yang berada di aula Gedung Olahraga. Penyewa dibagi menjadi dua kategori, yaitu penyewa biasa dan penyewa tetap. Penyewa tetap berarti penyewa yang melakukan sewa secara rutin atau berulang. Biasanya penyewa tetap adalah klub bola voli dari sekolah yang ada di sekitar Perumahan Bekasi Timur Permai.

Teori penjadwalan adalah sebuah studi yang mempelajari masalah-masalah distribusi optimal dan pengurutan distribusi pekerjaan dari himpunan yang terbatas (Haifan et al., 2018). Penjadwalan adalah aktifitas perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagai bagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan pada sumber daya yang terbatas, serta pengalokasian sumber daya pada suatu waktu tertentu dengan memperhatikan kapasitas sumber daya yang ada (Sulaeman & Nurjaman, 2020). Saat ini, proses penjadwalan penyewaan lapangan gedung olahraga mempunyai masalah untuk menentukan jadwal penyewa tetap. Berbeda dengan penyewa biasa, yang menentukan jadwal sewa sendiri, jadwal penyewa tetap ditentukan oleh pihak pengurus. Proses penjadwalan tetap sendiri masih dilakukan dengan cara manual artinya pengurus memasang penyewa dan waktu satu persatu secara manual. Supaya lebih efektif dan efisien, diperlukan suatu aplikasi penjadwalan untuk membantu pihak pengurus lapangan dalam membuat jadwal lapangan tetap agar menjadi lebih optimal. Berdasarkan uraian-uraian permasalahan, peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian sistem penjadwalan lapangan menggunakan algoritma genetika.

2. Metode Penelitian

2.1. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan sebuah algoritma pencarian yang berdasarkan mekanisme seleksi alam dan genetika alam. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat baik digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah optimasi dari masalah yang paling sederhana sampai dengan masalah yang sangat rumit sekalipun. Algoritma genetika telah membuktikan efisiensinya dalam menyelesaikan masalah *Non-Polynomial* (Desiana, 2016).

Algoritma genetika adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat

digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional (Pranatawijaya & Putra, 2019). Adapun tahapan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

a. Pembentukan Populasi

Langkah pertama dalam proses algoritma genetika adalah membentuk sebuah populasi. Populasi adalah sekumpulan individu yang akan digunakan dalam setiap proses reproduksi. Populasi terdiri dari sekumpulan individu yang memiliki kromosom sebagai representasi kumpulan solusi. Kromosom dihasilkan secara acak berisi variabel yang akan dijadikan solusi optimal. Individu akan bentuk dalam kode yang akan disusun dalam suatu kromosom di mana gen merupakan bagian dari kromosom. Kromosom dapat direpresentasikan dalam beberapa bentuk di antaranya dalam bentuk string bit, array bilangan ril, elemen permutasi, dan daftar aturan. Prosedur inisiasi populasi awal menghasilkan sejumlah individu yang kromosomnya dipilih secara acak. Banyaknya populasi sendiri bergantung pada masalah yang akan dipecahkan dan jenis operator yang akan diterapkan.

b. Fungsi Fitness

Kemampuan individu untuk bertahan hidup inilah yang dalam algoritma genetika disebut dengan nilai *Fitness* (Wintoro, 2016). Selanjutnya tiap populasi yang sudah dibuat secara acak akan diukur menggunakan evaluasi *Fitness* untuk mengukur nilai *Fitness* optimal berdasarkan kriteria yang ditentukan pengguna dari suatu individu. Individu yang sudah memiliki nilai *Fitness* selanjutnya dapat melanjutkan ke tahap seleksi. Rumus Fungsi *Fitness* pada persamaan 1 (Wibowo et al., 2021).

$$Fitness = 1 / (1 + Pinalti) \tag{1}$$

Pinalti adalah akumulasi bobot dari pelanggaran terhadap parameter yang diatur. Dengan begitu jumlah beban adalah total pelanggaran yang terjadi dalam gen. Maka nilai *Fitness* terbaik akan bernilai 1.

Tabel 1. Aturan Nilai Pinalti

Pelanggaran	Beban Pelanggaran
Dalam satu kromosom, penyewa tidak boleh berisi dua orang yang sama	1
Dalam satu kromosom, pemilihan waktu tidak boleh sama	1

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Pada Tabel 1 menjelaskan Aturan Nilai Pinalti Dalam satu kromosom, penyewa tidak boleh berisi dua orang yang sama dan Dalam satu kromosom, pemilihan waktu tidak boleh sama.

c. Seleksi

Proses seleksi merupakan proses untuk menentukan individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk dilakukan *crossover*. Ada beberapa jenis metode seleksi yang biasa digunakan diantaranya yaitu metode yang menirukan permainan *roulette-wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda *roulette* secara proporsional sesuai

dengan nilai *Fitness*nya. Seleksi Rangka Proses dimulai dengan merangka atau mengurutkan kromosom di dalam populasi berdasarkan *Fitness*nya kemudian memberi nilai *Fitness* baru berdasarkan urutannya (Wahyuningsih & Helmud, 2020).

d. Reproduksi

Reproduksi merupakan tahap untuk mengubah susunan kromosom menjadi lebih bervariasi dengan cara melakukan perubahan pada beberapa individu terpilih. Reproduksi terbagi menjadi dua tahapan:

1) Pindah Silang (*crossover*)

Crossover (persilangan) yang merupakan operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru. Proses ini dilakukan dengan menukar sebagian informasi pada kromosom induk pertama dengan informasi dari kromosom induk kedua. Proses *crossover* dilakukan pada setiap individu dengan probabilitas *crossover* yang ditentukan. Jika tidak terjadi *crossover*, satu induk dipilih secara random dengan probabilitas yang sama dan di duplikasi menjadi anak. Jika terjadi *crossover*, keturunan didapatkan dari bagian-bagian kromosom induk. Jika probabilitas *crossover* 100% maka keseluruhan keturunan didapatkan dengan *crossover*. Jika probabilitas *crossover* 0% maka generasi baru dibuat dari salinan kromosom-kromosom dari populasi lama yang belum tentu menghasilkan populasi yang sama dengan populasi sebelumnya karena adanya penekanan selektif. Dengan dilakukannya proses *crossover* akan menghasilkan keanekaragaman kromosom dalam populasi. Tingkat *crossover* yang tinggi menyebabkan semakin besar kemungkinan algoritma genetika mengeksplorasi ruang pencarian sekaligus mempercepat ditemukannya solusi optimum. Secara tradisional, jumlah *crossover* point (yang menentukan berapa banyak segmen yang dipertukarkan) telah ditentukan pada one point atau two point (Hardi & Budiarti, 2014).

Proses *crossover* merupakan proses pembentukan kromosom anak (*offspring*). *Crossover* bertujuan menambah keanekaragaman string dalam satu populasi dengan penyilangan antar string yang diperoleh dari reproduksi sebelumnya. Terdapat beberapa jenis *crossover* di antaranya adalah *crossover* 1 titik (*single point crossover*), 2 titik (*two point crossover*), dan *arithmetic crossover*. Metode *arithmetic crossover* dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu *single arithmetic crossover*, *simple arithmetic crossover*, dan *whole arithmetic crossover* (Ongko, 2015).

2) Mutasi (*mutation*)

Mutasi adalah proses pengubahan gen di dalam sebuah kromosom. Proses Mutasi akan dimulai setelah proses *crossover* selesai dilakukan. Mutasi akan mengubah *offspring* hasil dari proses *crossover* dengan mengubah *bit* 1 menjadi 0 atau *bit* 0 menjadi 1. Mutasi dapat melibatkan setiap posisi *bit* dari *gen* di dalam *kromosom* dengan beberapa probabilitas yang umumnya berukuran kecil. Mutasi dimaksudkan untuk mencegah hasil

pencarian mengarah pada keadaan *local optima* di dalam sebuah area pencarian (Ongko, 2017).

e. Populasi Baru

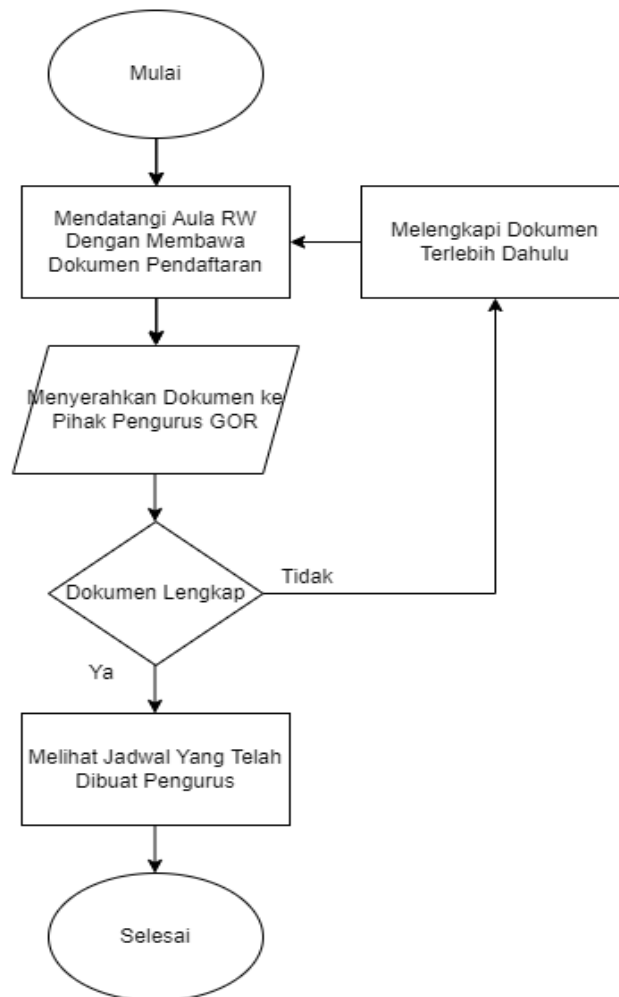
Individu yang memenuhi ketentuan nilai *Fitness* nantinya akan terpilih menjadi individu terbaik dan menjadi hasil yang paling optimal dari algoritma genetika. Individu terbaik akan memiliki nilai *Fitness* bernilai 1 sebagai solusi terbaik dari hasil proses yang dijabarkan di atas

2.2. Analisa Sistem Usulan

Analisis sistem usulan merupakan usulan sistem yang akan dibuat untuk mengoptimalkan penjadwalan menggunakan algoritma genetika. Analisis sistem usulan seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.

a. Sistem Usulan Penyewa

Pada Gambar 1 menunjukkan diagram alir untuk penyewa dalam mendaftarkan diri menjadi penyewa tetap di lapangan Gedung Olahraga BTP.



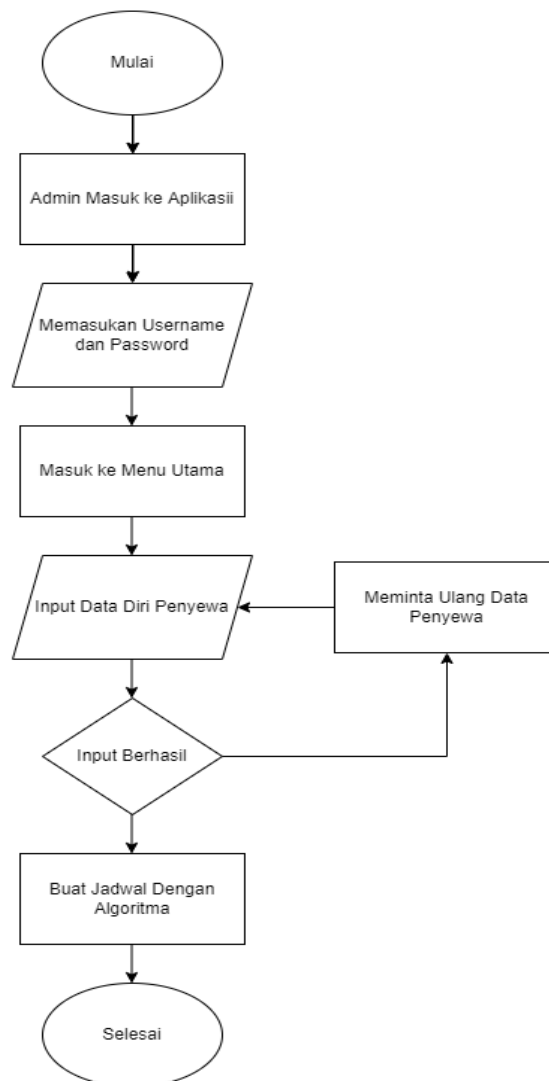
Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 1. Sistem Usulan Penyewa

Dimulai dari pihak yang ingin mendaftarkan diri sebagai penyewa tetap mendatangi kantor pengurus lapangan yang berada di aula RW 12, Perumahan Bekasi Timur Permai, Desa Setiamekar. Pihak calon penyewa membawa dokumen yang dibutuhkan untuk menjadi penyewa tetap berupa satu lembar fotokopi KTP. Penyewa lalu menyerahkan dokumen ke pihak pengurus yang akan memasukan data dokumen ke aplikasi. Jika data calon penyewa lengkap dan valid maka penyewa akan diberikan jadwal tetap untuk menggunakan lapangan Gedung Olahraga BTP. Jika tidak lengkap atau valid maka calon penyewa harus kembali lagi untuk melengkapi data-data yang dibutuhkan untuk menjadi penyewa tetap Gedung Olahraga BTP.

b. Sistem Usulan Pengurus

Pada Gambar 2 menunjukan alur untuk pembuatan jadwal penyewaan tetap untuk Gedung Olahraga BTP.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 2. Sistem Usulan Pengurus

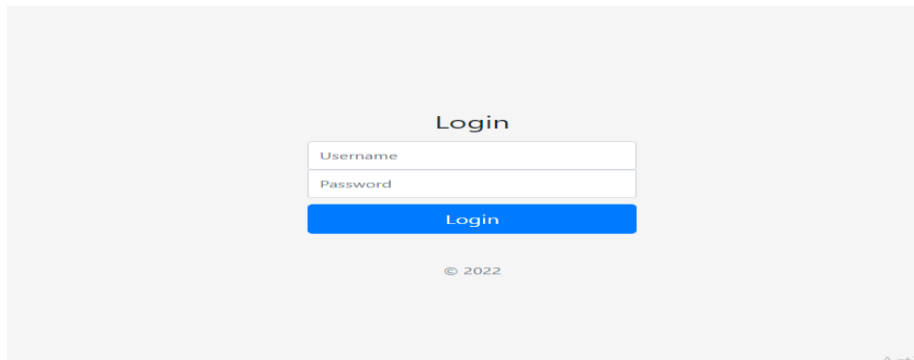
Dimulai dari pihak admin melakukan login ke dalam aplikasi menggunakan akun yang sudah disediakan. Lalu kemudian admin memasukan data penyewa yang sudah melakukan pendaftaran ke aula RW secara langsung dan menentukan waktu-waktu untuk jadwal sewa tetap. Berikutnya aplikasi akan menerapkan algoritma genetika untuk membuat suatu jadwal yang optimal berdasarkan kriteria nilai *Fitness* yang ditentukan oleh admin. Setelah jadwal yang optimal berhasil dibuat, admin akan menyesuaikan jadwal dengan kebutuhan pengguna jika masih akan komplain dari pihak penyewa tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil sistem penjadwalan yang dibuat disesuaikan dengan sistem usulan, adapun untuk aplikasi seperti pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 6.

3.1. Tampilan Aplikasi

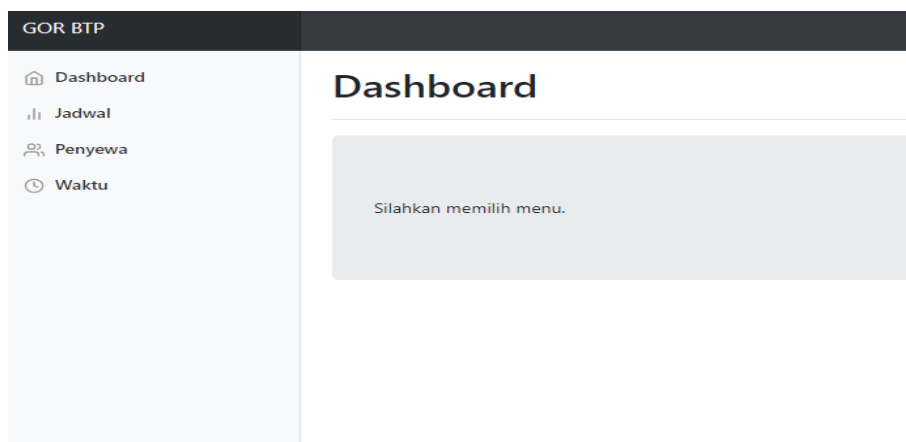
Pada Gambar 3 menunjukkan tampilan halaman login, yang merupakan otorisasi dari sistem bagi pengguna sesuai dengan *user* yang dimiliki.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 3. Tampilan Halaman Login

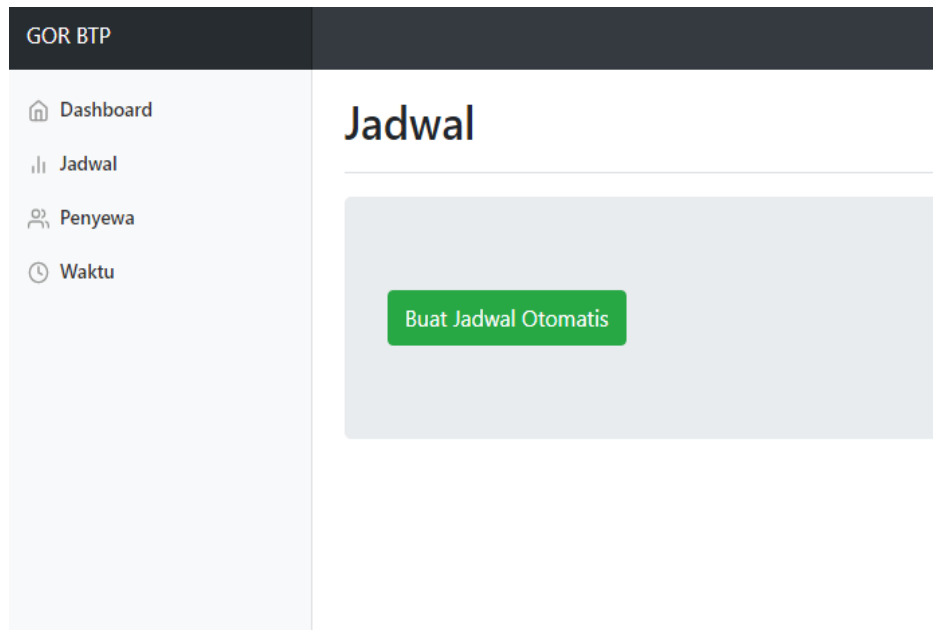
Pada Gambar 4 menunjukkan tampilan menu dashboard, yang merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah user melakukan login, terdapat tiga menu utama pada bagian samping yaitu jadwal, penyewa dan waktu.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 4. Tampilan Menu Dashboard

Pada Gambar 5 menunjukkan tampilan menu jadwal, pada bagian ini dapat dilakukan pembuatan jadwal baru oleh pengurus gedung olahraga BTP, sesuai dengan keperluan.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 5. Tampilan Menu Jadwal

Pada Gambar 6 menunjukkan tampilan jadwal yang sudah dibuat, pada bagian ini akan ditampilkan jadwal yang sudah dibuat, dengan sistem ini maka tidak ada lagi jadwal yang saling berbenturan antara penyewa satu dengan lainnya.

Jadwal Otomatis

Name	Waktu
Madank	Senin, 19:00 - 21:30
SKJ Bina Kreasi	Senin, 11:00 - 13:30
Pesona	Jumat, 08:00 - 10:30
RW	Selasa, 08:00 - 10:30
M.U	Kamis, 08:00 - 10:30
Bina R.	Senin, 08:00 - 10:30
Bima	Rabu, 08:00 - 10:30
Vortuna	Senin, 14:00 - 16:30

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 6. Tampilan Jadwal yang Sudah Dibuat

3.2. Pengujian Aplikasi

Pengujian terhadap algoritma genetika dilakukan agar dapat mengetahui seberapa baik kinerja dari algoritma genetika. Pengujian dilakukan dengan memasukan 10 orang daftar penyewa dan 24 daftar waktu sewa kedalam metode algoritma genetika lalu menghasilkan sebuah jadwal melalui proses perulangan untuk memilih jadwal optimal. Pengujian akan dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh laju mutasi dalam mempercepat waktu pembuatan jadwal dengan algoritma genetika.

a. Pengujian dengan laju mutasi 0,6

Pada Tabel 2 menjelaskan Pengujian Laju Mutasi 0,6 waktu yang diperlukan untuk membuat jadwal rata-rata berkisar 2,040 detik.

Tabel 2. Pengujian Laju Mutasi 0,6

No	Pengujian ke-n	Laju Mutasi	Waktu
1	Pengujian ke-1	0,6	2,06 Detik
2	Pengujian ke-2	0,6	2 Detik
3	Pengujian ke-3	0,6	2,01 Detik
4	Pengujian ke-4	0,6	2,06 Detik
5	Pengujian ke-5	0,6	2,07 Detik

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

b. Pengujian dengan laju mutasi 0,4

Pada Tabel 3 menjelaskan laju mutasi 0,4 waktu yang diperlukan untuk membuat jadwal rata-rata berkisar 2,036 detik.

Tabel 3. Pengujian Laju Mutasi 0,4

No	Pengujian ke-n	Laju Mutasi	Waktu
1	Pengujian ke-1	0,4	2,01 Detik
2	Pengujian ke-2	0,4	2,04 Detik
3	Pengujian ke-3	0,4	2,07 Detik
4	Pengujian ke-4	0,4	2,01 Detik
5	Pengujian ke-5	0,4	2,05 Detik

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

c. Pengujian dengan laju mutasi 0,1

Pada Tabel 4 menjelaskan laju mutasi 0,1 waktu yang diperlukan untuk membuat jadwal rata-rata berkisar 2,014 detik.

Tabel 4. Pengujian Laju Mutasi 0,1

No	Pengujian ke-n	Laju Mutasi	Waktu
1	Pengujian ke-1	0,1	2,04 Detik
2	Pengujian ke-2	0,1	2,02 Detik
3	Pengujian ke-3	0,1	2,01 Detik

No	Pengujian ke-n	Laju Mutasi	Waktu
4	Pengujian ke-4	0,1	2 Detik
5	Pengujian ke-5	0,1	2 Detik

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

d. Pengujian dengan laju mutasi 0,9

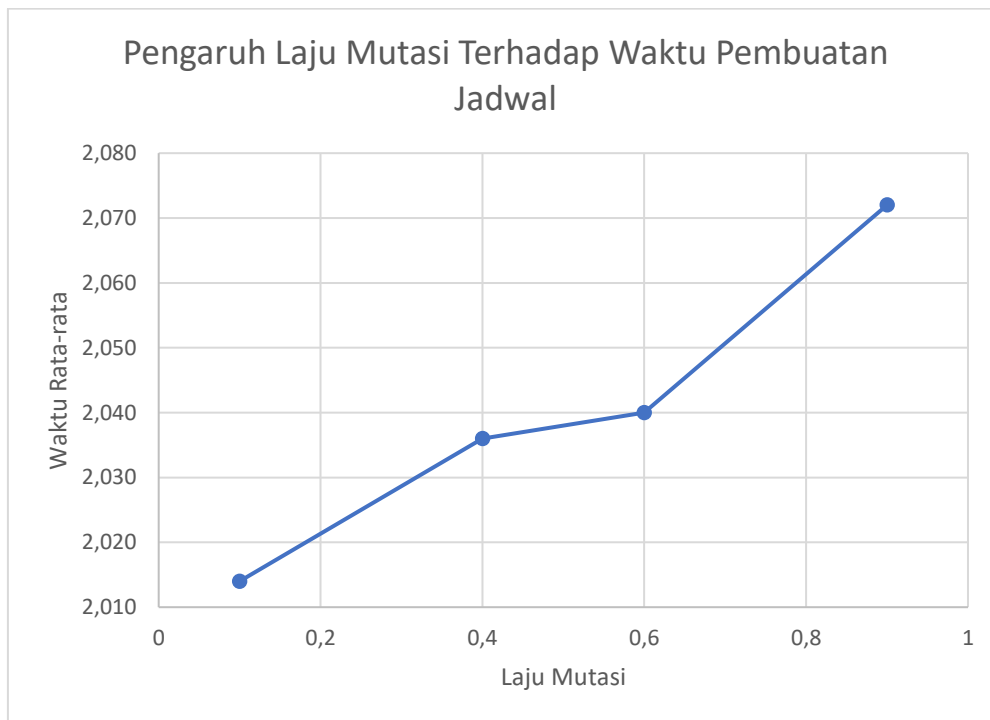
Pada Tabel 5 menjelaskan laju mutasi 0,9 waktu yang diperlukan untuk membuat jadwal rata-rata berkisar 2,072 detik.

Tabel 5. Pengujian Laju Mutasi 0,9

No	Pengujian ke-n	Laju Mutasi	Waktu
1	Pengujian ke-1	0,9	2,03 Detik
2	Pengujian ke-2	0,9	2,08 Detik
3	Pengujian ke-3	0,9	2,11 Detik
4	Pengujian ke-4	0,9	2,11 Detik
5	Pengujian ke-5	0,9	2,03 Detik

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Dari beberapa pengujian yang dilakukan peneliti pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5. Diperoleh bahwa pengaruh laju mutasi dan kecepatan pembuatan jadwal terlihat pada grafik Gambar 7.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 7. Grafik Pengujian Pengaru Laju Mutasi Terhadap Waktu

Pada grafik Gambar 7 menunjukkan bahwa dari pengujian yang dilakukan terhadap empat macam laju mutasi, disimpulkan bahwa pembuatan jadwal dengan waktu tercepat sebaiknya menggunakan laju mutasi 0,1 yang menghitung jadwal dengan kecepatan waktu rata-rata 2,014 Detik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan mengenai aplikasi pembuatan jadwal menggunakan algoritma genetika di gedung olahraga BTP, maka dapat diambil kesimpulan: Aplikasi penjadwalan lapangan tetap ini dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan dengan dibuatnya aplikasi pembuatan jadwal ini, pihak pengurus GOR dapat mengatur jadwal secara efisien. Aplikasi penjadwalan dapat membantu mempermudah pengurus mengkoordinasikan, mengubah, dan mengapus jadwal secara cepat secara efisien. Aplikasi penjadwalan menghasilkan jadwal yang lebih beragam secara singkat dan akurat tanpa menghasilkan jadwal yang bertumbukan antara satu penyewa dan penyewa lainnya.

Daftar Pustaka

- Desiana, E. (2016). Performance Algoritma Genetika (GA) Pada Penjadwalan Mata Pelajaran. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 1(1), 56–60. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v1i1.42>
- Haifan, A., Pranoto, Y. A., & Vendyansyah, N. (2018). Sistem Penjadwalan Praktikum Menggunakan Algoritma Genetika. *Teknik Informatika – ITN Malang*, 4(1), 1–8.
- Hardi, S. M., & Budiarti, E. (2014). Analisis Mapping pada Partially Mapped C Rossover Dalam Algoritma Genetika Pada Travelling. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, 4(1), 127–146.
- Ongko, E. (2015). Analisis Performance Atas Metode Arithmetic Crossover dalam Algoritma Genetika Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi. *Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 4(2), 76–87.
- Ongko, E. (2017). Analisis Pengaruh Mutasi Terhadap Performance Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*, 1(1), 46–51.
- Pranatawijaya, V. H., & Putra, P. B. A. A. (2019). Implementasi Algoritma Genetika Pada Penjadwalan Program Profesional Jurusan Teknik Informatika Universitas Palangka Raya. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 90–98.
- Sulaeman, F. S., & Nurjaman, M. F. F. (2020). Aplikasi Penjadwalan dan Booking Online Menggunakan Teknologi Android Webview. *Media Jurnal Informatika*, 11(2), 8. <https://doi.org/10.35194/mji.v11i2.1033>
- Wahyuningsih, D., & Helmud, E. (2020). Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Penjadwalan pada MTS Negeri 1 Pangkalpinang. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 9(3), 435–441. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9i3.994>
- Wibowo, A. P., Avianto, D., & Imantoko, I. (2021). Pengembangan Algoritma Genetika dengan Pendekatan Repetitive Random untuk Penjadwalan Ujian Pendadaran Proyek Tugas Akhir.

Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi, 7(1), 35–43.
<https://doi.org/10.25077/teknosi.v7i1.2021.35-43>

Wintoro, P. B. (2016). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Jadwal Kuliah Di STKIP Muhammadiyah Kotabumi. *Jurnal Informatika*, 16(2), 200–214.