**Penerapan Optimasi Portfolio Untuk Pemilihan Kandidat Molekul Dalam Menghambat Ptp1b Pada Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II)**

**Tugas Akhir**

**diajukan untuk memenuhi salah satu syarat**

**memperoleh gelar sarjana**

**dari Program Studi Sarjana Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**1301160792**

**Rafanzhani Elfarizy**

****

**Program Studi Sarjana Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Bandung**

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Penerapan Optimasi Portfolio Untuk Pemilihan Kandidat Molekul Dalam Menghambat Ptp1b Pada Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (nsga-ii)**

**Application Of Portfolio Optimization For Selection Of Molecular Candidates In Inhibiting Ptp1b In Diabetes Mellitus Using Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (nsga-ii)**

**NIM : 1301160792**

**Rafanzhani Elfarizy**

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Informatika  
Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, <Tanggal/Bulan/Tahun>

Menyetujui

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pembimbing I, |  | Pembimbing II, |
|  |  |  |
| Dr. DENI SAEPUDIN, S.Si., M.Si.  99750013 |  | ISMAN KURNIAWAN, S.Pd., M.Si., M.Sc., Ph.D.  15870066 |

|  |
| --- |
| Ketua Program Studi Sarjana <nama prodi>,  <Nama lengkap dengan gelar>  NIP: xxxxxxxx **LEMBAR PERNYATAAN** Dengan ini saya, Rafanzhani Elfarizy, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Penerapan Optimasi Portfolio Untuk Pemilihan Kandidat Molekul Dalam Menghambat Ptp1b Pada Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Non-dominated Sorting Genetic Algorithm beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang belaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,  Bandung, <Tanggal/bulan/tahun>  Yang Menyatakan  Rafanzhani Elfarizy |

**Penerapan Optimasi Portfolio Untuk Pemilihan Kandidat Molekul Dalam Menghambat Ptp1b Pada Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan**

**Non-dominated Sorting Genetic Algorithm**

Rafanzhani Elfarizy1, Deni Saepudin2, Isman Kurniawan3, NamaPenulis44 [10 pts]

1,2,3Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

4Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

1erafanzhani@students.telkomuniversity.ac.id, 2pembimbing1@telkomuniversity.ac.id, 3pembimbing2@telkomuniversity.ac.id, 4pembimbingluar@telkom.co.id

#### Abstrak

Dokumen ini merupakan panduan penulisan jurnal Tugas Akhir (TA) di lingkungan Fakultas Informatika Universitas Telkom. Meskipun demikian, dimungkinan/dipersilahkan untuk pembimbing TA menggunakan struktur penulisan yang tidak sama persis dengan yang ada di dokumen ini. Panjang abstrak tidak lebih dari 200 kata dan diketik dalam ukuran huruf 10 pts. TA sebagai salah satu sarana latihan penulisan akademik dan memperjelas tulisan, abstrak dibagi menjadi empat paragraf atau sub-bagian. Setiap sub bagian bisa diberi judul yang digaris bawahi. Abstrak berisi apa, mengapa, bagaimana, dan hasil utama (kesimpulan).

*Apa* permasalahan pada topik. Yang juga menjelaskan latar belakang permasalahan topik. Sebaiknya tuliskan juga apa masukan dan keluaran secara sangat singkat.

*Mengapa* topik menarik atau penting. Sebisa mungkin tuliskan contohnya secara sangat singkat. Pada bagian ini sebaiknya ditulis juga *apa masalah/kekurangan yang terjadi unt kondisi saat ini* (gap antara kondisi sekarang dengan yang diharapkan)?

*Bagaimana* solusinya. Jelaskan secara garis besar sistem solusi yang telah dilakukan. Biasanya penjelasan solusi ini merupakan yang terpanjang pada abstrak.

*Hasil utama.* Hasil utama dari eksperimen ditulis singkat dua-tiga kalimat. Akan lebih baik (optional), kalau dituliskan secara eksplisit kontribusi yang telah dihasilkan. Kontribusi bisa dituliskan diantara bagian solusi dan hasil eksperimen.

Pastikan abstrak pada jurnal TA tidak copas dari abstrak proposal TA. Pada abstrak proposal kadang ada kata *akan*, seperti misalnya *yang akan dilakukan*; sedangkan pada abstrak Jurnal TA tidak ada kata *akan* spt itu. Tidak boleh ada sitasi pada abstrak. Pada abstrak tidak menggunakan penamaan, simbol atau istilah yang teknis, misalnya *minsup* untuk menyatakan nilai support minimal.

**Kata kunci : merupakan kata-kata kunci yang menjelaskan isi tulisan, biasanya bisa diambil dari judul dan abstrak. Maksimal enam buah dan ditulis dengan huruf kecil, kecuali singkatan**

# **Abstract**

**The abstract should state briefly the general aspects of the subject and the main concolusions. The length of abstract should bo no more than 200 word and should be typed be with 10 pts.**

**Keywords: keyword should be chosen that they best describe the contents of the paper and should be typed in lower-case, except abbreviation. Keyword should be no more than 6 word**

1. **Pendahuluan [10 pts/Bold]**

**Latar Belakang**

Setiap organisme mempunyai peranannya sendiri dalam menyerang sistem tubuh manusia. Salah satu contohnya adalah PTP1B. PTP1B atau Protein tyrosine phosphatase 1B merupakan sebuah jenis protein yang menjadi salah satu penyebab dari penyakit Diabetes Melitus. Langkah yang dapat diambil untuk mengobati pasien dengan penyakit Diabetes Melitus adalah dengan membuat obat yang di dalamnya terkandung molekul yang bisa menghambat pertumbuhan PTP1B. [1] Pada awalnya pemilihan molekul penghambat ini hanya didasari oleh probabilitas kesuksesan dari masing-masing molekul tersebut. Namun, hal ini dinilai tidak cukup, bahkan berisiko. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pendekatan alternatif yang dilakukan adalah dengan melihat nilai diversity dari masing – masing molekul. Hal ini dimaksudkan agar untuk setiap kandidat molekul terpilih mengalami kegagalan, molekul lain yang memiliki keberagaman akan memberi peluang lain. [2] Masalah pemilihan molekul tersebut mirip dengan masalah pemilihan saham pada portfolio keuangan. Pada portfolio keuangan, komposisi saham ditentukan berdasarkan nilai expected return tertinggi untuk suatu tingkat risiko tertentu pada suatu portfolio. Pemilihan portfolio dengan mempertimbangkan 2 fungsi objektif ini dapat diselesaikan dengan metode multi-objective optimization. Pada tugas akhir ini akan diimplementasikan portfolio pada keuangan untuk menyelesaikan masalah pemilihan kandidat molekul yang menghambat pertumbuhan PTP1B. Dalam menyelesaikan masalah ini ada dua fungsi objektif yang harus dimaksimumkan yaitu, expected return yang direpresentasikan sebagai probabilitas kesuksesan molekul dan diversity atau keberagaman molekul. Dengan menggunakan konsep multi-objective akan dihasilkan kemungkinan solusi yang dapat dipilih dengan mempertimbangkan kedua fungsi tersebut. salah satu algoritma untuk yang dapat menyelesaikan permasalahan multi-objective optimization adalah NSGA-II. Algoritma ini akan membentuk kumpulan solusi dengan melihat tingkat dominansi antar solusi. Sehingga tidak ada solusi yang saling mendominasi satu dengan yang lainnya.

**Topik dan Batasannya**

Sub-bagian ini bisa juga dinamakan Perumusan Masalah atau Identifikasi Masalah. Untuk nama dalam Bahasa Inggris nama yang populer adalah *Problem Statement* atau *Problem Identification*.

Sub-bagian ini mempunyai fungsi sebagai penjelasan tentang topik TA yaitu apa isu/permasalahan yang akan dikerjakan. Untuk lebih memperjelas bisa juga disampaikan definisi atau pengertian. Penyampaian definisi dan penjelasan pada sub-bagian ini sebaiknya dilakukan dalam tulisan naratif dan informal (tanpa formula matematis) apa topik permasalahan yang telah dikerjakan untuk TA. Untuk mempermudah dalam menuliskan sub-bagian ini, dapat dipandang membuat penjelasan kata-kata kunci (pada abstrak) dan judul TA. Dengan penjelasan di sub-bagian ini, maka topiknya menjadi jelas bagi pembaca. Kalau digambarkan dalam sebuah algoritma, maka salah satu materi utama pada sub-bagian ini menjelaskan apa input dan output dari algoritma tersebut. Oleh karena itu, sangat dianjurkan untuk menerangkan apa input dan output, serta sebuah contoh kasusnya secara sangat singkat.

Sebutkan batasan pekerjaan yang ada. Batasan adalah kondisi-kondisi penyederhaan permasalahan, sehingga membuat pekerjaan semakin jauh dari ideal. Batasan masalah berisi pembatasan-pembatasan permasalahan agar menjadi lebih sederhana sehingga bisa/layak dikerjakan sebagai TA yang empat SKS dalam satu semester. Batasan diperlukan karena keterbatasan sumber daya saat pengerjaa TA, misalnya keterbatasan waktu pengerjaan yang hanya satu semester, keterbatasan data pendukung (misalnya tidak tersedianya korpus pengetahuan yang diperlukan) dan keterbatas kemampuan (misalnya untuk implementasi algoritma yang kompleks, dalam implementasinya diimplementasikan bentuk penyederhanaan). Salah satu ciri batasan yang bisa dipakai adalah bila bisa digunakan pada sub-bagian Saran (pada bagian Kesimpulan) agar TA berikutnya melonggarkan atau meniadakan batasan tersebut. Penyederhanaan yang dituliskan untuk batasan, antara lain meliputi data yang ditangani/digunakan, misalnya jumlah data yang digunakan relatif sedikit, dan proses yang dikerjakan, misalnya ada satu subproses yang dikerjakan secara manual. Sebaiknya setiap batasan diberi alasan, misalnya jumlah data yang digunakan hanya 500 buah (relatif sedikit dibandingkan banyak penilitian unt topik sejenis) karena keterbatasan kemampuan komputer yang tersedia. Contoh lain, misalnya proses pelabelan peran semantik pada kalimat Bahasa Indonesia dilakukan secara manual, karena saat ini belum ditemukan alat bantu otomatis unt pelabelan peran semantik untuk Bahasa Indonesia yang efektif. Contoh batasan masalah yang tidak perlu misalnya sudah jelas tercerminkan pada judul.

**Tujuan**

Sub-bagian Tujuan ini menerangkan kondisi apa yang hendak dicapai atau pertanyaan yang hendak dicari jawabannya. Sebisa mungkin tuliskan kondisi yang hendak dicapai yang terukur (bisa diukur dengan metrik evaluasi yang ditetapkan).

Penulisan diupayakan dalam bentuk narasi (bukan berupa poin-poin).

Tujuan-tujuan yang ditetapkan menjadi bahan untuk menentukan skenario eksperimen yang dilakukan. atau dengan kata lain eksperimen dilakukan sesuai dengan tujuannya. Kemudian, kesimpulan pada jurnal TA harus selaras dengan tujuan. Hal ini bisa diilustrasikan pada Gambar 1 atau Tabel 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  | Gambar . Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan |  |

Tabel 1. Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Tujuan** | **Pengujian** | **Kesimpulan** |
| 1 | Tujuan 1 | Pengujian 1 | Kesimpulan 1 |
| 2 | Tujuan 2 | Pengujian 2 | Kesimpulan 2 |
| 3 | Tujuan 3 | Pengujian 3 | Kesimpulan 3 |

**Organisasi Tulisan**

Pada sub-bagian ini dituliskan bagian-bagian selanjutnya (setelah Pendahuluan) pada jurnal TA ini, disertai penjelasan sangat singkat.

1. **Studi Terkait**

Bagian ini berisi teori/studi/literatur yang mendukung (terkait erat) dengan topik TA yang dikerjakan. Bagian ini bisa bernama Tinjauan Pustaka atau Landasan Teori. Dalam bahasa Inggris disebut sebagai *Related Work* atau *Literature Review*. Studi Terkait dapat dituliskan pada bagian terpisah seperti contoh ini atau digabungkan dengan bagian Pendahuluan. Materi yang dijelaskan pada bagian ini adalah yang benar-benar terkait erat dengan topik TA, meskipun tidak digunakan pada TA yang dikerjakan.

Semua studi atau teori yang dipaparkan mengacu pada sumber pustaka. Pustaka yang digunakan sebagai sumber informasi adalah dari sumber yang kredibel. Apakah sebuah sumber kredibel atau tidak, bisa dikonsultasikan dengan pembimbing. Pustaka biasanya dari jurnal dan konferensi yang mempunyai reputasi yang bagus, sebagai tambahan bisa juga dari buku teks. Hindari sebisa mungkin sumber yang tidak direview dengan ketat misalnya Wikipedia, blog, dan materi kuliah, meskipun materi-materi pada sumber-sumber tersebut membantu mahasiswa dalam memahami topik yang dikerjakan (sebagai bibliografi[[1]](#footnote-1)). Untuk referensi berupa TA mahasiswa, sebaiknya juga tidak dipakai, kecuali untuk yang spesifik misalnya tentang database yang dibangun oleh TA mahasiswa yang telah selesai.

Disamping penjelasan tentang teori, bagian ini juga bisa berisi metrik pengukuran dan data yang digunakan pada permasalahan topik TA.

Panjang bagian ini sekitar setengah halaman (maksimal satu setengah halaman) untuk jurnal yang berjumlah total delapan halaman.

Semua sitasi yang dibuat pada jurnal, harus tercantum pada Daftar Pustaka jurnal. Demikian juga sebaliknya, semua pustaka dan ditulis pada Daftar Pustaka. Penulisan sitasi dengan angka urutan pustaka dalam kurung siku, sebagai contoh [1] dan [2,3]. Nomor urut pustaka bisa dengan mengurutkan kemunculan di tulisan ataupun dengan mengurutkan abjad penulis.

1. **Sistem yang Dibangun**

Sistem yang akan dibangun pada penyelaesaian Tugas Akhir ini digambarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 2 di bawah ini.

**A screenshot of a cell phone

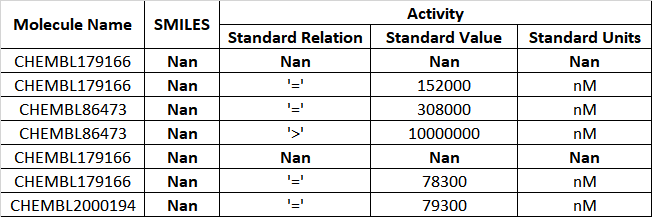
Description automatically generated**

Gambar 2 Perancangan Sistem

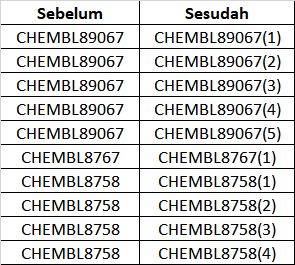
* 1. **Data Praprocessing**

Dataset yang digunakan untuk pembangunan sistem ini berasal dari [www.ebi.ac.uk](http://www.ebi.ac.uk). Sebelum dataset tersebut digunakan, praproses data perlu dilakukan. Beberapa preproses data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

* + 1. **Drop Nan Value**

Beberapa molekul memiliki Nan value pada salah satu fiturnya. Dengan adanya Nan value ini mengakibatkan beberapa proses yang akan ada tidak dapat dilanjutkan. Untuk mengatasi hal ini dilakukan drop value pada molekul yang memiliki Nan value ini. Berikut merupakan beberapa molekul yang mempunyai Nan value.

* + 1. **Duplicate Molecule Handle**

Pada dataset yang tersedia memiliki beberapa nama molekul yang sama namun memiliki nilai activity dan SMILES yang berbeda. Untuk mengatasi hal ini dilakukan perubahan nama terhadap nama molekul yang sama. Berikut merupakan contoh perubahan nama molekul yang dilakukan.

Tabel 3 Perubahan Molekul dengan Nama yang Sama

* + 1. **SMILES to Fingerprint Structure**

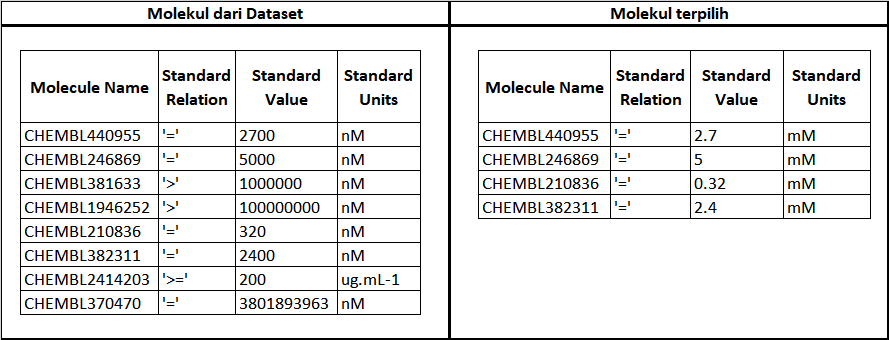
Nilai Similarity antar molekul didapatkan dengan menghitung jarak antar molekul dengan menggunakan struktur Fingerprint antar molekul. Pada dataset hanya disediakan struktur SMILES, sehingga perlu diubah dalam struktur Fingerprint. Berikut merupakan contoh perubahan struktur yang dilakukan pada dataset :

* + 1. **Get Activity Molecule Value**

Dalam pembangunan sistem ini molekul yang digunakan hanya yang memenuhi beberapa syarat, seperti :

1. Relasi antara molekul dan nilai aktivitasnya yang digunakan adalah ‘=’
2. Satuan unit yang digunakan adalah nM
3. Nilai aktivitas molekul kurang dari 10000

Setelah beberapa molekul terpilih, dilakukan konversi dari satuan nM ke mM. Berikut merupakan beberapa contoh molekul yang terpilih :



* 1. **Build Individu**

Suatu individu terdiri dari beberapa molekul unik yang memiliki nilai activity dan SMILES nya masing-masing. Setelah proses pemilihan molekul dilakukan, nilai Activity dan Diversity dapat dicari. Kedua nilai ini yang nantinya akan digunakan untuk melakukan evaluasi untuk membentuk setiap individu dalam populasi setiap generasinya berdasarkan algoritma NSGA-II. Pemilihan molekul untuk membentuk individu pada generasi pertama dilakukan secara random.

* 1. **Build Population**

Beberapa individu yang telah dibentuk akan dikumpulkan menjadi satu populasi. Pada sistem ini, tidak dimungkinkan terdapat beberapa individu yang memiliki himpunan molekul yang sama persis antar molekul tersebut. Proses pembentukan individu akan terus dilakukan sampai batas jumlah individu dalam populasi terpenuhi.

* 1. **Generate Offspring**

Pada proses ini jumlah populasi ditambahkan menjadi 2 kali lipat dari jumlah populasi awal. Populasi baru ini terdiri dari parent atau himpunan individu dari populasi sebelumnya dan offspring yang akan dibentuk dari parent dengan beberapa proses sebagai berikut :

* + 1. **Crossover**

Crossover merupakan proses pertukaran silang yang dilakukan antara 2 individu (parent) dan menghasilkan 2 individu baru (offspring). Individu dipilih berdasarkan Probailitas Crossover (PCo) yang telah ditentukan. Setiap iterasi dalam pemilihan individu dilakukan generate bilangan antara 0 sampai 1 secara random. Untuk setiap individu yang memiliki nilai probabilitas di atas nilai (PCo) akan dilakukan proses crossover.

* + 1. **Mutation**

Mutation merupakan proses pergantian beberapa molekul terpilih yang ada pada individu dengan molekul yang ada di dataset. Pemilihan molekul dilakukan dengan men-generate bilangan random antara 0 sampai 1 untuk setiap iterasi molekul. Nilai yang memiliki nilai melebihi Probabilitas Mutation (PMut) yang telah diberikan.

* 1. **NSGA-II**

NSGA-II merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Multi Objective Optimization (MOO). Algoritma ini salah satu jenis Evolutionary Algorithm (EA). Algoritma ini akan menghasilkan beberapa individu terbaik. Offspring yang telah dibetnuk pada proses Generate Offspring akan dilakukan beberapa proses pemilihan individu terbaik untuk setiap generasinya. Iterasi akan terus berlangsung sampai jumlah generasi terpenuhi. Berikut merupakan beberapa proses yang dilakukan pada algoritma ini :

* + 1. **Non-Dominated Sorting**

Non-Dominated Sorting merupakan suatu metode untuk mengurutkan individu pada suatu populasi dengan memerhatikan dominansi antar individu. Suatu individu p dikatakan mendominasi indvidu q jika salah satu atau kedua nilai fungsi objektif individu p lebih baik dari individu q [7]. Metode ini akan menghasilkan sebuah set solusi yang berisikan beberapa individu yang optimal. Berikut merupakan langkah yang harus dilakukan pada Non-Dominated Sorting , yaitu : [7].

1. Untuk setiap individu p yang berada pada populasi A , dilakukan :
   1. Inisialisasi Sp = {}, dimana Sp merupakan himpunan individu p yang mendominasi q.
   2. Inisialisasi np = 0, dimana np merupakan variabel yang menyimpan jumlah invidu q yang mendominasi p.
   3. Untuk setiap individu q dalam populasi A akan diperiksa :
      1. Jika p mendominasi q, maka tambahkan q kedalam himpunan Sp atau dapat ditulis sebagai Sp = Sp U {q}
      2. Jika q mendominasi p, maka nilai np ditambahkan 1 atau dapat ditulis sebagai np = np + 1
   4. Jika tidak ada satupun individu q yang mendominasi p atau dapat ditulis sebagai np = 0, maka lakukan :
      1. Individu p menjadi front pertama.
      2. Individu p diberi rank 1 atau dapat ditulis sebagai prank = 1
      3. Update front pertama dengan menambahkan individu p atau dapat detulis sebagai F1 = F1 U {p}
2. Inisialisasi front = 1 dan i = 1
3. Jika front ke i mempunyai anggota didalamnya atau dapat ditulis sebagai Fi ≠ {}, maka lakukan :
   1. Inisialisasi Q = {}, dimana Q merupakan himpunan individu untuk front setelahnya atau dpaat ditulis sebagai Fi+1
   2. Untuk setiap inividu p di dalam FI, dilakukan :
      1. Untuk setiap individu p yang merupakan anggota Sp, dilakukan :
         1. Lakukan pengurangan jumlah untuk himpunan individu yang mendominasi q atau dapat ditulis sebagai nq = nq – 1, dimana nq merupakan jumlah individu yang mendominasi q.
         2. Jika tidak ada satupun individu yang mendominasi q atau dapat ditulis sebagai nq = 0, maka lakukan :
            1. Individu q diberi rank i+1 atau dapat ditulis sebagai qrank = i + 1
            2. Update Q dengan menambahkan individu q atau dapat ditulis sebagai Q = Q U q
   3. Tetapkan Q yang sudah terbentuk sebagai front berikutnya atau dapat ditulis sebagai Fi = Q
      1. **Crowding Distance**

crowding distance merepresentasikan jarak kerapatan antara front satu dengan front yang berada di dekatnya. Perhitungan ini dilakukan hanya pada tingkat front yang sama. Adapun cara mendapatkan nilai crowding distance yaitu [8]:

1. Inisialisasi distance untuk semua individu ke- k sampai n dengan nilai 0, dengan n merupakan jumlah individu yang ada pada satu front.
2. Untuk setiap fungsi objektif m dilakukan :
   1. Pengurutan asscending setiap individu dengan melihat nilai fungsi objektif m, sehingga I = sort(I,m)
   2. Inisialisasi I[1] = I[n] = ∞
   3. Untuk setiap individu ke k+1 sampai n-1 dilakukan :
      1. Proses perhitungan jarak untuk masing – masing individu dengan tetangga terdekatnya menggunakan rumus :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Keterangan :

I[k].m = nilai fungsi objektif m dari individu k di I

= nilai maksimum fungsi objektif m

= nilai minimum fungsi objektif m

* + 1. **Selecting Individu**

Nilai yang didapat pada Proses Crowding Distance digunakan pada proses Selecting Individu. Nilai dari setiap individu yang terdapat pada offspring tersebut dilakukan Ascending Order. Berdasarkan kumpulan molekul yang telah diurutkan, dipilih beberapa molekul pertama sebanyak besarnya populasi yang telah ditentukan. Kumpulan molekul terpilih ini yang akan dijadikan populasi baru untuk generasi selanjutnya.

1. **Evaluasi**

Bagian ini berisi dua sub-bagian, yaitu Hasil Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian. Pengujian dan analisis yang dilakukan selaras dengan tujuan TA sebagaimana dinyatakan dalam Pendahuluan.

4.1 Hasil Pengujian

Pertama, tampilkan hasil pengujian yang paling utama. Kemudian hasil-hasil yang lebih detil ditampilkan setelah hasil yang utama. Mengingat tinggi atau rendah, baik atau jeleknya hasil pengujian bersifat relatif, maka sangat dianjurkan ada pembanding (*baseline*) yang membandingkan dengan algoritma atau pendekatan yang dipilih untuk TA. Pembanding dijalankan pada lingkungan (termasuk data set) yang sama.

Pilih tabel atau jenis diagram yang sesuai untuk menampilkan hasil pengujian.

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Analisis merupakan salah satu bagian yang penting untuk TA. Pada TA S1 tidak dituntut untuk mendapatkan hasil performasi yang lebih bagus dibandingkan dengan *baseline* yang populer, yang dituntut adalah membuat analisis yang lengkap. Menganalisis pengaruh kondisi-kondisi yang berbeda (seperti parameter, jenis data, threshold, dan sub-sistem) yang digunakan.

1. **Kesimpulan**

Bagian Kesimpulan memuat kesimpulan dan Saran (*Future Work*), bisa dituliskan dalam poin-poin ataupun paragraf-paragraf. Semua poin kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis hasil pengujian sehingga tidak ada kesimpulan dari teori ataupun nalar semata. Sebagaimana sudah disebutkan pada bagian sebelumnya, pengujian dan analisis harus sesuai dengan tujuan TA. Jadi kesimpulan-kesimpulan yang dituliskan selaras dengan seluruh tujuan TA.

**Daftar Pustaka**

Penyusunan rujukan dalam daftar pustaka berurut urutan kemunculan dan diberi nomor angka arab dalam kurung siku. Penulisan unsur-unsur keterangan pustaka mengikuti kaidah dengan urutan: (1) nama pengarang ditulis dengan urutan nama akhir, nama awal dan nama tengah, tanpa gelar akademik. (2) tahun penerbitan. (3) Judul. (4) tempat penerbitan. (5) nama penerbit. Untuk pemisah antar-unsur keterangan pustaka digunakan tanda titik “.”. Contoh rujukan [1] adalah untuk buku, sedangkan contoh rujukan [2] adalah untuk jurnal dan rujukan [3] untuk website.

Contoh:

# References

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | I. Yunita, "Markowitz Model dalam Pembentukkan Portfolio Optimal (Studi Kasus pada Jakarta Islamic Index)," *Jurnal Manajemen Indonesia,* 2018. |
| [2] | I. Yevseyeva, E. B. Lenselink, A. d. Vries, A. P. I. A. H. Deutz and M. T. Emmerich, " Application of portfolio optimization to drug discovery," *Information Sciences,* 2018. |
| [3] | J. Sun, C. Qu, Y. Wang, H. Huang, M. Zhang, H. Li, Y. Zhang, Y. Wang and W. Zou, "PTP1B, A Potential Target of Type 2 Diabetes Mellitus," *Molecular Biology,* vol. 5, 2016. |
| [4] | A. Pratiwi, D. Saepudin and R. F. Umbara, "Optimasi Portofolio Mean-semivariance dengan Algoritma Genetika Multiobjective Evolutionary NSGA II," *e-Proceeding of Enginering,* vol. 5, pp. 8269-8281, 2015. |
| [5] | B. Pardosi and A. Wijayanto, "Aanalisis Perbedaan Return dan Risiko Saham Portfolio Optimal dengan Bukan Portfolio Optimal," *Mangement Analysis Journal,* 2015. |
| [6] | S. Isnaeni, D. Saepudin and R. F. Umbara, "Penerapan Algoritma Genetika Multi-objective NSGA-II Pada Optimasi Portofolio," *e-Proceeding of Engineering,* vol. 2, p. 6841, 2015. |
| [7] | K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal and T. Meyarivan, "A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II," *IEEE Transaction on Evolutionary Computation,* vol. 6, pp. 182-197, 2002. |
| [8] | P. L. L. Belluano, "Optimalisasi Solusi Terbaik dengan Penerapan Non-Dominated Sorting II Algorithm," *Jurnal Ilmiah ILKOM,* 2016. |
| [9] | J. Andreas, "Introduction of Portfolio Risk," *Pinnacle Investment Research,* 2016. |
| [10] | K. P. Anagnostopoulos and G. Mamanis, "Multiobjective evolutionary algorithms for complex portfolio optimization problems," *Springer,* pp. 259-279, 2019. |

##### Lampiran

Lampiran dapat berupa detil data dan contoh lebih lengkapnya, data-data pendukung, detail hasil pengujian, analisis hasil pengujian, detail hasil survey, surat pernyataan dari tempat studi kasus, screenshot tampilan sistem, hasil kuesioner dan lain-lain.

1. [↑](#footnote-ref-1)