

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Tahapan Penyelesaian Masalah

Di dalam penelitian ini dalam rangka menyelesaikan masalah Maximally Diverse Grouping Problem dilakukan tahapan-tahapan yaitu perhitungan nilai *fitness*, implementasi pengelompokan dengan Metode Lofty-Cerveney-Weitz dan implementasi pengelompokan dengan Algoritma Genetik Pencarian Lokal.

4.1.1 Perhitungan nilai *fitness*

Perhitungan nilai *fitness* atau *fitness calculation* adalah menghitung secara kuantitatif seberapa baik sebuah solusi dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Solusi yang semakin baik akan mendapatkan nilai *fitness* yang lebih tinggi. Fungsi penghitungan nilai *fitness* mengevaluasi seberapa dekat sebuah solusi dengan solusi optimum pada suatu permasalahan.

Rumusan atau fungsi untuk menghitung nilai *fitness* bergantung pada permasalahan (*problem dependant*). Masing-masing permasalahan mempunyai penghitungan nilai *fitness* sendiri-sendiri. Nilai *fitness* harus didefinisikan secara jelas, sehingga pembaca dapat mengerti dengan jelas bagaimana nilai *fitness* didapatkan. Penggunaan nilai *fitness* juga harus konsisten, tidak dapat berubah-ubah dalam proses penyelesaian masalah.

Pada studi kasus Pengelompokan Asrama Institut Teknologi Sumatera ini, terdapat kumpulan mahasiswa yang akan dibagi kedalam kamar-kamar pada asrama. Setiap kamar ditempati oleh 4 orang mahasiswa. Pengelompokan dilakukan agar mendapatkan keberagaman mahasiswa yang tinggi. Mahasiswa dibagi berdasarkan lima buah atribut

mahasiswa yaitu asal daerah, program studi, kemampuan ekonomi, agama, dan nilai akademik.

Mahasiswa yang berasal dari asal daerah yang dekat pada satu kamar berarti akan menghasilkan jarak atribut yang kecil, semakin jauh jarak antara dua kota asal maka semakin besar jarak atribut nya. Hal ini dibuat karena kota yang dekat biasanya masih mempunyai adat yang mirip, sebaliknya kota yang jauh biasanya mempunyai adat istiadat yang jauh berbeda. Untuk menghitung jarak atribut asal daerah, dibuat tabel jarak (*distance table*) antara kota-kota yang ada.

Tabel 4.1 Contoh Data *Distance Table* Asal Daerah

kotal	kotal_nama	kotal_lat	kotal_lng	kota2	kota2_nama	kota2_lat	kota2_lng	jarak	jarak_normalisasi
120900	Kabupaten Pasawaran	-5.493245	105.0791228	080600	Kabupaten Pesisir Selatan	-1.7223147	100.8903099	626	24.53
026100	Kota Bogor	-6.5971469	106.8060388	120400	Kabupaten Lampung Barat	-5.1095293	104.1466046	338	13.24
116100	Kota Prabumulih	-3.4213707	104.2436833	026500	Kota Bekasi	-6.2382699	106.9755726	436	17.08
020600	Kabupaten Sukabumi	-6.8649236	106.9535691	086400	Kota Solok	-0.7885335	100.6549823	972	38.09
022000	Kabupaten Purwakarta	-6.5649241	107.4321959	096000	Kota Pekanbaru	0.5070677	101.4477793	1030	40.36
086100	Kota Padang	-0.9470832	100.417181	086300	Kota Sawah Lunto	-0.6841069	100.7323332	46	1.80
286300	Kota Tangerang Selatan	-6.2835218	106.7112933	120900	Kabupaten Pasawaran	-5.493245	105.0791228	201	7.88
280400	Kabupaten Serang	-6.1397339	106.040506	076000	Kota Medan	3.5951956	98.6722227	1357	53.17
120700	Kabupaten Lampung Timur	-5.1134995	105.6881788	100400	Kabupaten Tanjung Jabung Barat	-1.105846	103.0817903	532	20.85
072200	Kabupaten Batubara	3.1740979	99.5006143	070400	Kabupaten Simalungun	2.9781612	99.2785583	33	1.29
020800	Kabupaten Bandung	-7.1340702	107.6215321	072400	Kabupaten Padang Lawas	1.1186977	99.8124935	1263	49.49
026000	Kota Bandung	-6.9174639	107.6191228	120800	Kabupaten Way Kanan	-4.4963689	104.5655273	432	16.93
106000	Kota Jambi	-1.6101229	103.6131203	280200	Kabupaten Rejang Lebong	-3.4548154	102.6675575	231	9.05
016100	Kota Jakarta Utara	-6.1554057	106.8926634	080800	Kabupaten Sawahlunto/ Sijunjung	-0.6647007	101.0711758	889	34.84
070100	Kabupaten Deli Serdang	3.4201802	98.704075	020500	Kabupaten Bogor	-6.5517758	106.6291304	1416	55.49
072000	Kabupaten Samosir	2.6274431	98.7921836	316000	Kota Batam	1.1300779	104.0529207	608	23.82
116100	Kota Prabumulih	-3.4213707	104.2436833	086300	Kota Sawah Lunto	-0.6841069	100.7323332	495	19.40
286000	Kota Cilegon	-6.0186817	106.0558218	126100	Kota Metro	-5.1178394	105.3072646	130	5.09
071600	Kabupaten Toba Samosir	2.3502398	99.2785583	070200	Kabupaten Langkat	3.8653916	98.3088441	200	7.84
120400	Kabupaten Lampung Barat	-5.1095293	104.1466046	070900	Kabupaten Tapanuli Tengah	1.8493299	98.704075	982	38.48
086100	Kota Padang	-0.9470832	100.417181	100400	Kabupaten Tanjung Jabung Barat	-1.105846	103.0817903	297	11.64
026100	Kota Bogor	-6.5971469	106.8060388	126000	Kota Bandar Lampung	-5.3971396	105.2667887	217	8.50
280300	Kabupaten Tangerang	-6.1870007	106.487658	280100	Kabupaten Pandeylang	-6.7482706	105.6881788	109	4.27
120200	Kabupaten Lampung Tengah	-4.8008086	105.3131185	080800	Kabupaten Sawahlunto/ Sijunjung	-0.6647007	101.0711758	659	25.82
080100	Kabupaten Agama	-0.2209392	100.1703257	020500	Kabupaten Bogor	-6.5517758	106.6291304	1005	39.38
080700	Kabupaten Tanah Datar	-0.4797043	100.5746224	022200	Kabupaten Bekasi	-6.366723	107.1735638	983	38.52
070900	Kabupaten Tapanuli Tengah	1.8493299	98.704075	091000	Kabupaten Siak	0.8118812	101.7979613	363	14.22
110300	Kabupaten Ogan Komering Ulu	-4.0283486	104.0072348	020800	Kabupaten Bandung	-7.1340702	107.6215321	529	20.73
021900	Kabupaten Subang	-6.3487617	107.763621	080700	Kabupaten Tanah Datar	-0.4797043	100.5746224	1031	40.40
316000	Kota Batam	1.1300779	104.0529207	020600	Kabupaten Sukabumi	-6.8649236	106.9535691	946	37.07
086300	Kota Sawah Lunto	-0.6841069	100.7323332	026600	Kota Depok	-6.4024844	106.7942405	926	36.29

Nilai keberagaman mahasiswa juga menghitung atribut program studi dan agama. Apabila program studi sama maka jarak atribut bernilai 0, sedangkan jika program studi berbeda maka jarak atribut mendapat nilai maksimal, pada studi kasus ini nilai maksimal dibuat sebesar 1. Begitu pula dengan atribut agama, apabila mahasiswa berbeda agama maka jarak atribut bernilai 0, sedangkan nilai maksimal didapatkan apabila agama mahasiswa berbeda.

Setiap mahasiswa Itera dibagi menjadi 8 kelompok berdasarkan kemampuan ekonominya untuk menentukan Uang Kuliah Tunggal (UKT). Yaitu kelompok 1 sampai dengan 8, selain itu ada juga kelompok 0 untuk mahasiswa yang mendapatkan beasiswa tidak mampu dan dikelompokkan diluar kelompok UKT tersebut karena mahasiswa yang penerima beasiswa tidak membayar UKT. Kelompok UKT dan kelompok penerima beasiswa ini dapat digunakan sebagai atribut kemampuan ekonomi pada studi kasus ini.

Terakhir, sebagai atribut nilai akademis digunakan Nilai Ujian Nasional mahasiswa. Nilai ini penulis anggap dapat mencerminkan kemampuan akademis mahasiswa yang digunakan untuk mengelompokkan mahasiswa untuk pembagian kamar asrama.

Jarak pada setiap atribut harus dilakukan proses normalisasi. Proses ini bertujuan agar nilai atribut berada pada rentang nilai yang sama. Pada penelitian ini, penulis menggunakan rentang nilai 0 sampai dengan 1 untuk semua atribut.

Tabel 4.2 Normalisasi Nilai Jarak Atribut

Atribut	Nilai Minimal	Nilai Maksimal	Nilai Setelah Normalisasi Minimal	Nilai Setelah Normalisasi Maksimal
Asal Daerah	0	1.532	0	1
Program Studi	0	100	0	1
Kemampuan Ekonomi	0	8	0	1
Agama	0	100	0	1

Nilai Akademis	0	100	0	1
----------------	---	-----	---	---

Tabel diatas memperlihatkan atribut asal daerah dan kemampuan ekonomi sebelum normalisasi tidak berada pada rentang nilai yang sama dengan atribut lainnya. Proses normalisasi akan membuat berat setiap atribut sama pada proses penghitungan nilai keberagaman.

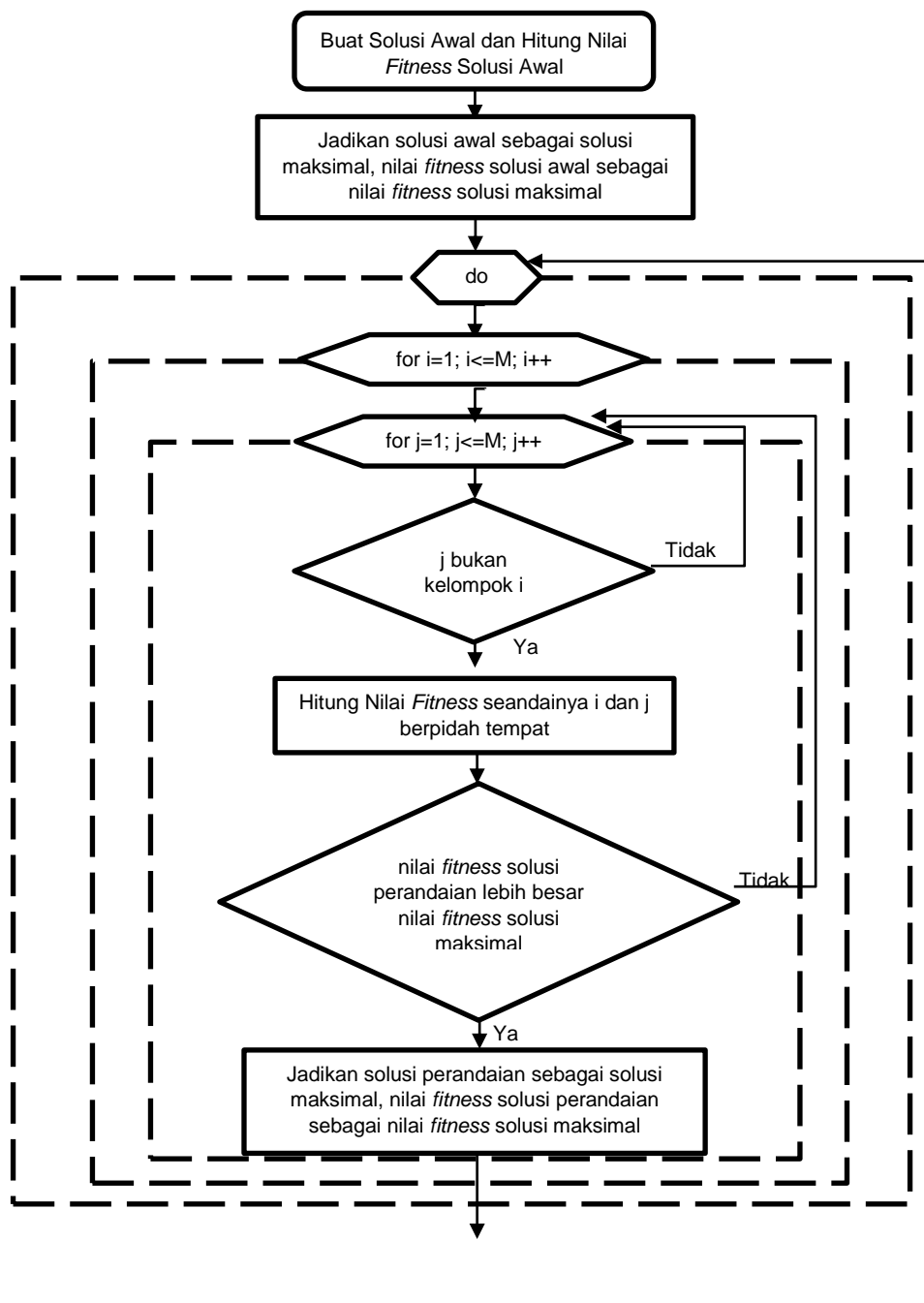
Solusi dari masalah pengelompokan mahasiswa untuk pembagian kamar asrama ini adalah berupa kumpulan kelompok mahasiswa yang terdiri dari 4 mahasiswa per kelompok. Penghitungan nilai *fitness* dari sebuah solusi yaitu dengan menjumlahkan nilai keberagaman pada semua kelompok. Nilai keberagaman pada suatu kelompok didapatkan dengan menjumlahkan nilai keberagaman antara masing-masing anggotanya. Misal kelompok kamar asrama 1 terdiri dari mahasiswa yaitu A, B, C, dan D. Maka Nilai keberagaman pada kelompok tersebut adalah penjumlahan dari nilai keberagaman A dan B, B dan C, C dan D, A dan C, B dan D, serta A dan D.

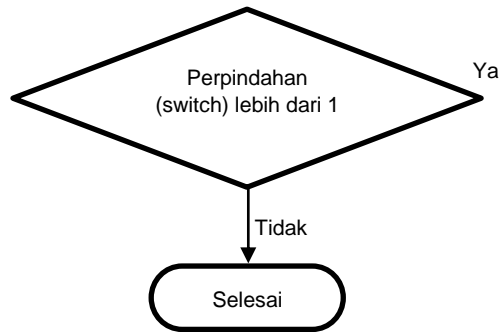
Penghitungan nilai keberagaman atau diversitas antara dua mahasiswa dilakukan dengan menggunakan formula eulediance distance (lihat persamaan 2.1). Jumlah nilai keberagaman pada masing-masing anggota pada suatu kelompok merupakan nilai keberagaman pada kelompok tersebut. Akhirnya, jumlahkan nilai keberagaman seluruh kelompok, maka kita akan mendapatkan nilai keberagaman atau nilai *fitness functions*.

4.1.2 Implementasi Metode Lofty-Cerveney-Weitz

Untuk meningkatkan nilai *fitness*, LCW pencarian untuk semua elemen i yang ada pada M , LCW melakukan pencarian elemen j yang dapat melakukan pertukaran dengan

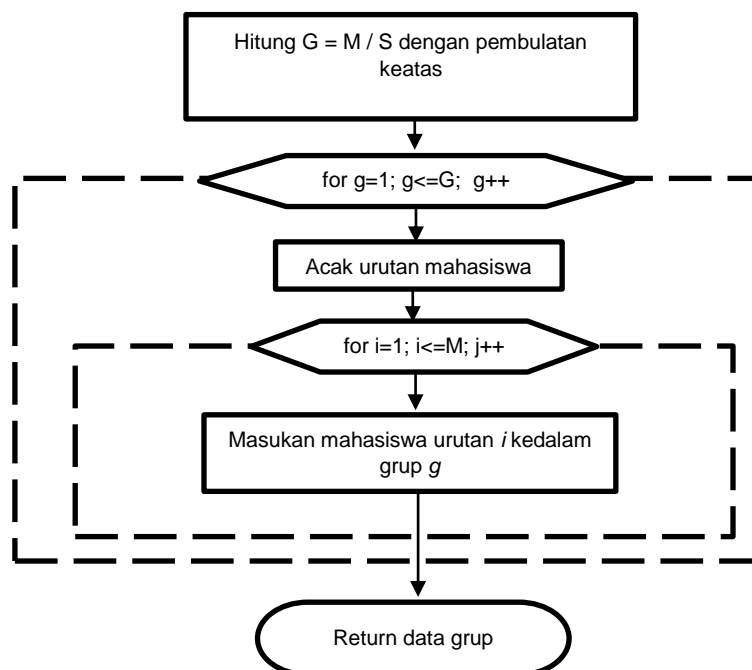
elemen i yang meningkatkan nilai *fitness*. LCW mempertimbangkan semua grup saat mencari elemen j kecuali pada grup dimana elemen i berada. Langkah-langkah metode Lofty-Cerveny-Weitz pada studi kasus ini dapat digambarkan sebagai berikut:





Gambar 4.1 Alur Proses Metode Lorents-Cervený-Weitz

Langkah pertama dalam menyelesaikan masalah pengelompokan mahasiswa untuk pembagian kamar asrama dengan menggunakan metode Lofty-Cervený-Weitz adalah membuat solusi awal. Sebuah solusi acak dapat digunakan sebagai solusi awal. Proses pembuatan solusi acak dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.2 Alur Proses Pembuatan Solusi Acak

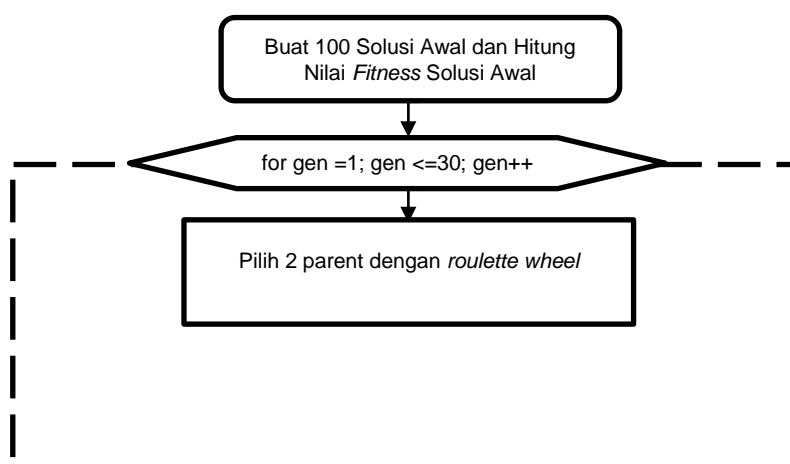
Jadikan solusi awal sebagai solusi maksimal, dan hitung nilai *fitness* solusi awal untuk dijadikan nilai *fitness* solusi maksimal. Selanjutnya dilakukan iterasi penambahan nilai *fitness*. Dalam setiap iterasinya, dibuat variabel switch dengan nilai 0.

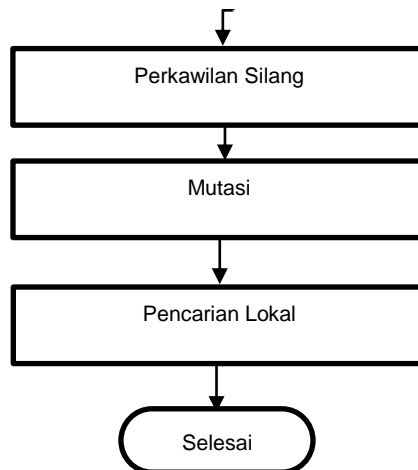
Dalam setiap iterasinya setiap mahasiswa diandaikan bertukar kelompok dengan semua mahasiswa yang bukan dalam satu kelompoknya. Setiap pengandaian ini akan menghasilkan sebuah solusi. Apabila nilai *fitness* solusi pengandaian ini lebih besar daripada nilai solusi maksimal saat ini, maka solusi pengandaian ini dijadikan solusi maksimal dan nilai solusi pengandaian dijadikan nilai *fitness* solusi maksimal. Setiap kali solusi pengandaian dijadikan solusi maksimal variabel switch ditambah dengan 1.

Satu iterasi telah selesai apabila setiap mahasiswa telah selesai diandaikan bertukar kelompok dengan semua mahasiswa lainnya yang bukan kelompoknya. Apabila nilai variabel switch lebih dari 0 maka ulang proses iterasi, hingga didapatkan variabel switch bernilai 0, dimana artinya tidak ada satupun pemindahan mahasiswa yang dapat menaikkan nilai *fitness* lagi. Setelah proses iterasi penambahan nilai *fitness* selesai, solusi maksimal yang terakhir adalah solusi akhir dari metode Lofty-Cerveney-Method.

4.1.2 Implementasi Algoritma Genetik Pencarian Lokal

Langkah-langkah Algoritma Genetik Pencarian Lokal pada studi kasus ini dapat digambarkan sebagai berikut:





Gambar 4.3 Alur Proses Metode Lorents-Cervený-Weitz

Langkah pertama dalam menyelesaikan masalah pengelompokan mahasiswa untuk pembagian kamar asrama dengan menggunakan Algoritma Genetik Pencarian Lokal adalah membuat solusi awal. Terdapat penyesuaian pada tahap inialisasi daripada LSGA versi Fan (2011) untuk diimplementasikan pada studi kasus ini. Yaitu pada pengelompokan anggota M kedalam kelompok G , dan ketika G / M tidak bernilai bilangan bulat maka, grup sebanyak $(G - (G \text{ S} - M))$ pertama memiliki ukuran grup yang sama yaitu S , dan kelompok terakhir memiliki ukuran grup $S - 1$.

Pembuatan solusi awal dilakukan dengan memilih M secara acak untuk masing-masing kelompok G . Proses pembuatan solusi acak pada LSGA sama dengan pembuatan solusi acak pada LCW yang tergambar pada gambar 4.4. Proses inialisasi pada LSGA melakukan pembuatan solusi acak sebanyak 100 kali, sehingga menghasilkan 100 buah solusi awal yang masing-masing dihitung nilai *fitness*-nya.

Strategi *roulette-wheel* berbasis peringkat digunakan untuk memilih dua buah solusi awal sebagai *parent* untuk proses *crossover*. Setiap solusi diberi bagian dari roda roulette imajiner, berdasarkan peringkat nilai *fitness*-nya.

Tabel 4.3 Persentasi Peringkat Nilai *Fitness* Solusi Pada *Roulette Wheel*

Peringkat Nilai <i>Fitness</i>	Bagian Roda (Angka)	Bagian Roda (Persentasi)
1	1 s/d 50	50 %
2	51 s/d 75	25 %
3	76 s/d 88	13 %
4	89 s/d 94	6 %
5	94 s/d 97	3 %
6	97 s/d 99	2 %
7	99 s/d 100	1 %

Tabel diatas menggambarkan bagaimana peringkat nilai *fitness* pada solusi-solusi yang didapatkan mempengaruhi kesempatan untuk dipilih sebagai dua buah parent pada proses selanjutnya. Saat proses pemilihan parent kedua, apabila terpilih peringkat yang sama dengan peringkat parent pertama, maka peringkat parent kedua diserahkan kepada peringkat dibawahnya. Hal ini dengan sederhana menjamin kedua parent yang terpilih untuk proses crossover adalah solusi yang berbeda.

Pada proses *crossover* langkah pertama, pilih titik tengah dari masing-masing parent. Kemudian masukan konten dari *parent* kedua ke titik tengah dari *parent* pertama. Berikutnya, hapus semua elemen yang ada dua setelah dilakukan injeksi. Setelah prosedur *crossover*, keturunan yang dihasilkan mungkin masih ilegal karena ukuran grup bisa tidak sesuai. Dalam situasi ini, algoritma penyesuaian ukuran grup dilakukan untuk menyesuaikan ukuran grup.

Operasi mutasi pada studi kasus ini yaitu memilih secara acak dua kelompok dan kemudian memilih β mahasiswa yang ada pada kelompok tersebut, di mana β adalah jumlah mahasiswa yang hendak dimuyasi. Pada studi kasus ini β yang digunakan adalah 1. Mutasi dilakukan dengan menukar 1 mahasiswa ke kelompok lain yang telah dipilih.

Kriteria berhenti paling mudah untuk GA adalah jumlah generasi (iterasi). Jika jumlah generasi rendah, probabilitas untuk menemukan hasil terbaik adalah juga rendah. Dan jika jumlah generasi terlalu tinggi, maka akan menyebabkan waktu pemrosesan terlalu lama. Pada Algoritma Genetik Pencarian Lokal, terdapat g_{LS} yaitu jumlah iterasi LS dan g_{GA} yaitu jumlah iterasi GA. Fan (2011) bereksperimen dan mendapatkan bahwa nilai terbaik dapat diperoleh dengan $g_{LS} = 1$ dan $g_{GA} = 30$. Penelitian ini menggunakan nilai g_{LS} dan g_{GA} yang sama dengan Fan (2011).

Local Search pada MDGP kami adalah prosedur berulang. Dalam setiap iterasi, prosedur memindai semua solusi tetangga dan memilih yang terbaik untuk menggantikan solusi saat ini. Solusi tetangga diperoleh dengan menukar dua elemen dari kelompok yang berbeda dari solusi saat ini. Prosedur ini juga digambarkan sebagai prosedur perbaikan oleh Baker dan Powell (2002). LS untuk MDGP dapat dilihat dalam Lampiran.

4.2 Tahap Pengujian

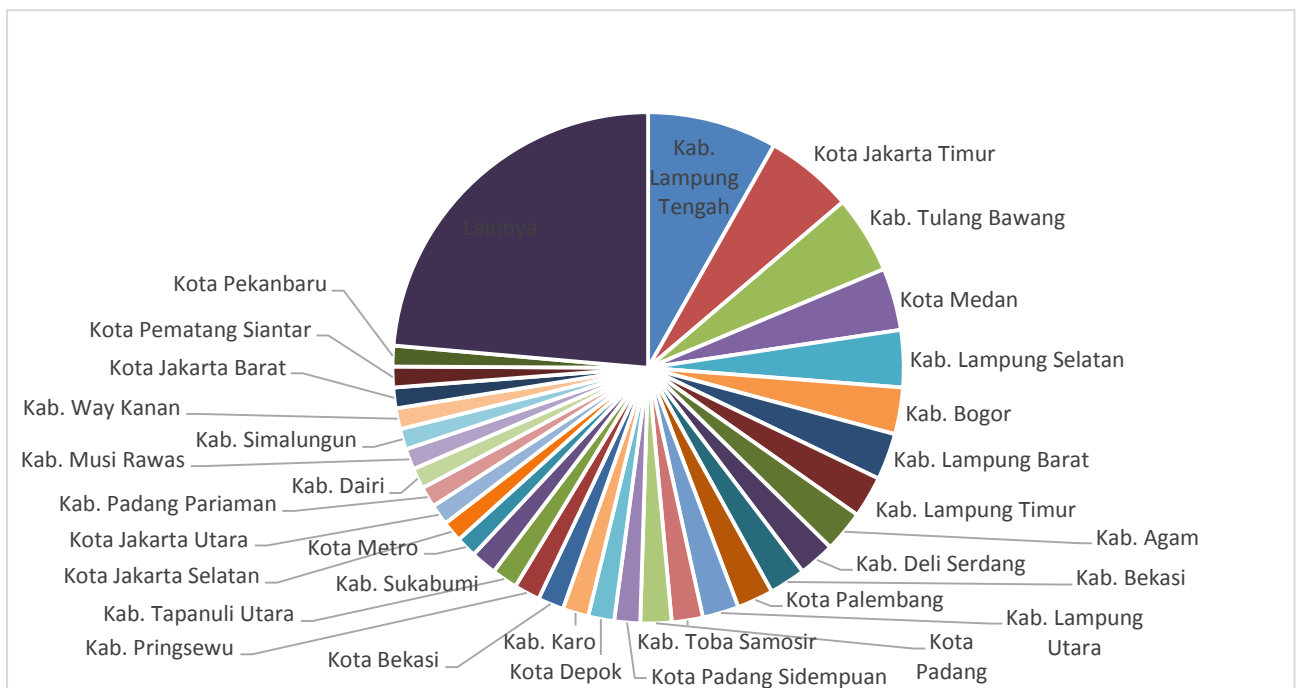
Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk membandingkan Metode Lofty-Cerveney-Weitz dan Algoritma Genetik Pencarian Lokal untuk menyelesaikan permasalahan pengelompokan dengan keberagaman maksimal, dengan studi kasus pembagian mahasiswa pada asrama Itera. Hal yang akan dibandingkan pada penelitian ini adalah nilai *fitness* dan waktu proses masing-masing metode/algoritma.

Perangkat yang digunakan oleh penulis dalam melakukan pengujian adalah komputer merk DELL Inspiron 3670 dengan spesifikasi RAM sebesar 12 gb, Prosesor Intel Core I7 3.20GHz. Inputan yang diterima berupa file teks yang memuat enam buah data yang dipisahkan oleh titik koma. Kolom pertama adalah ID unik mahasiswa yang terdiri dari Nomor Induk Mahasiswa yang bersifat unik dan nama untuk memudahkan peneliti. Kolom

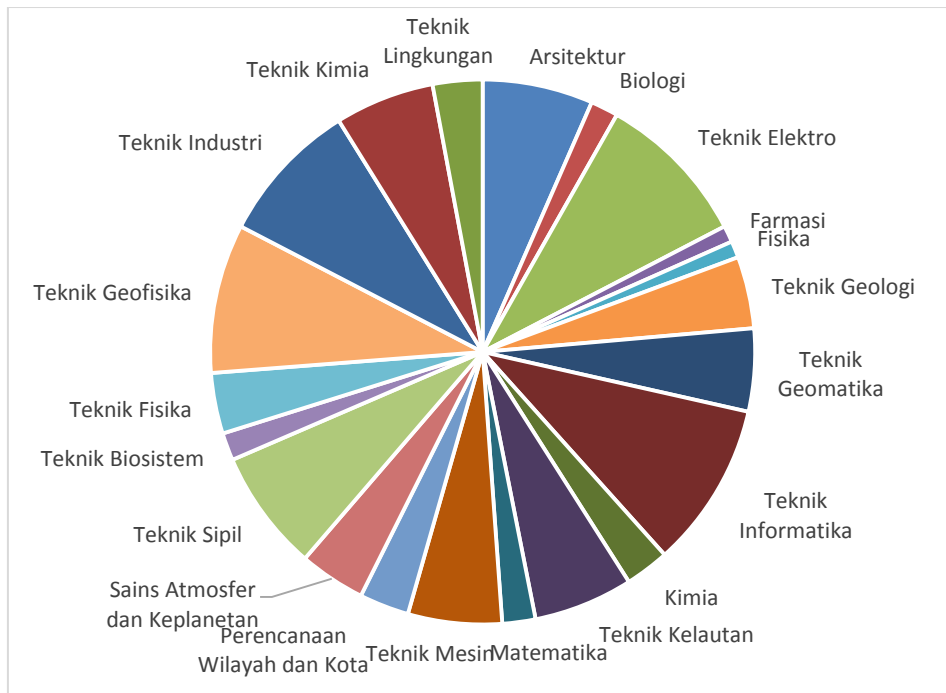
kedua adalah daerah asal mahasiswa. Kolom ketiga dari data uji adalah kode program studi yang bersifat unik. Sedangkan kolom keempat adalah kode golongan Uang Kuliah Tunggal (UKT). Kolom kelima adalah id agama. Dan kolom keenam dan terakhir adalah nilai akademik mahasiswa.

Pengujian dibagi menjadi dua, yaitu dengan menggunakan data asrama pria yang berisi sebanyak 305 data mahasiswa. Dan yang kedua menggunakan data asrama wanita yang berisi sebanyak 460 data mahasiswa. Pengelompokan baik asrama pria maupun asrama wanita dilakukan dengan menggunakan metode LCW dan AGPL, masing-masing sebanyak 3 kali.

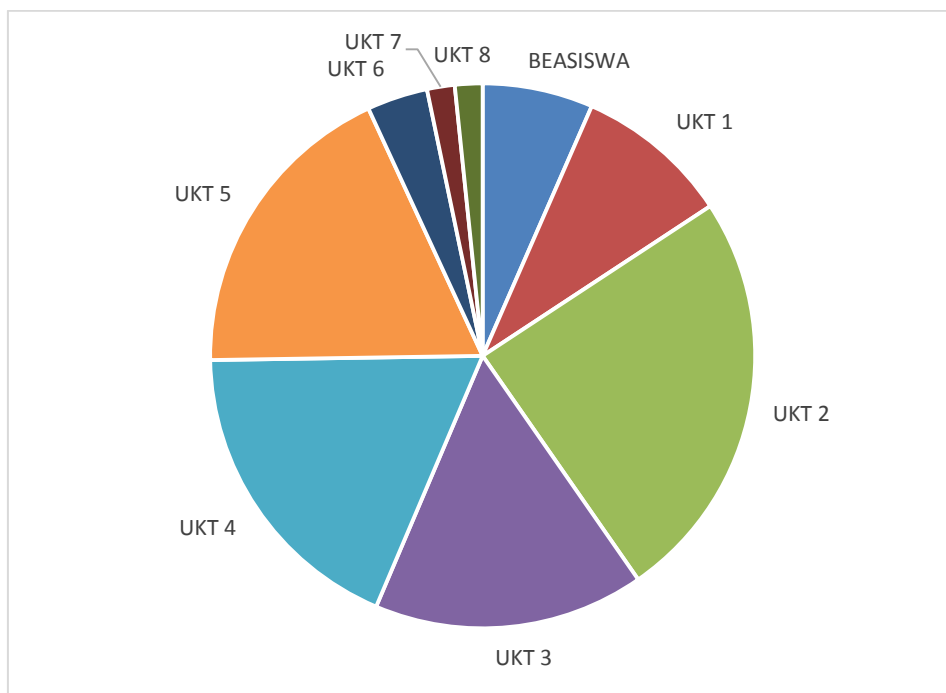
Sebaran 305 data mahasiswa pada asrama pria, adalah sebagai berikut:



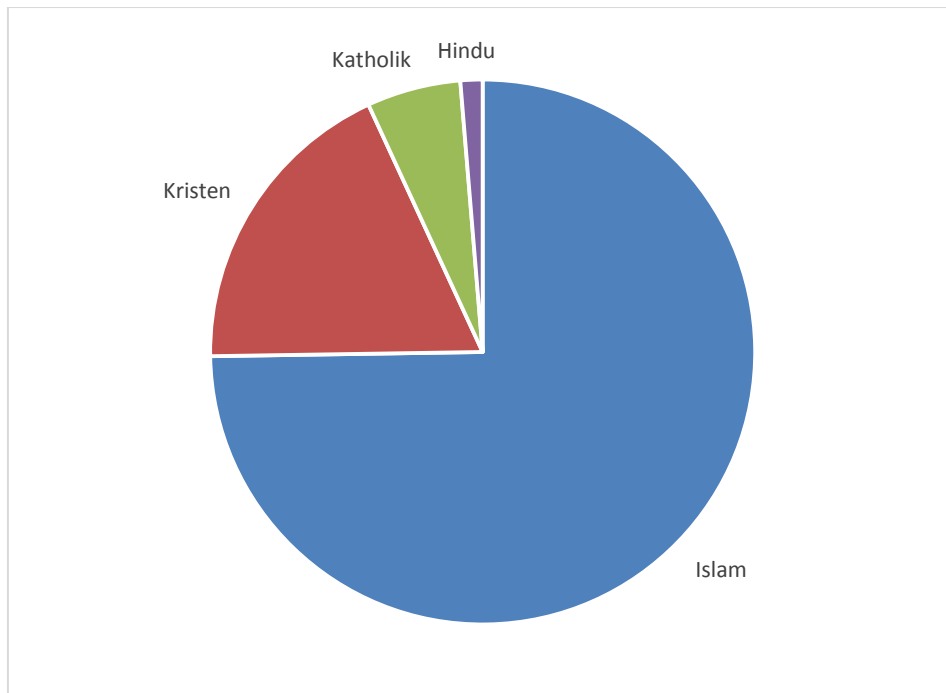
Gambar 4.4 Sebaran Data Mahasiswa Pria Berdasarkan Asal Daerah



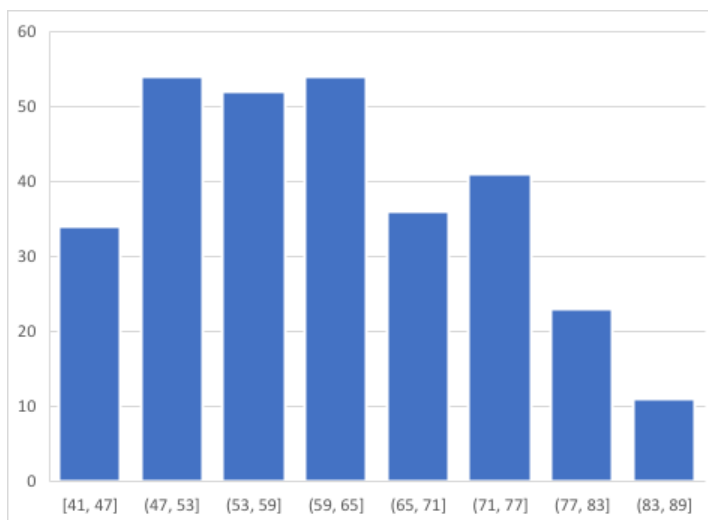
Gambar 4.5 Sebaran Data Mahasiswa Pria Berdasarkan Program Studi



Gambar 4.6 Sebaran Data Mahasiswa Pria Berdasarkan Kemampuan Ekonomi

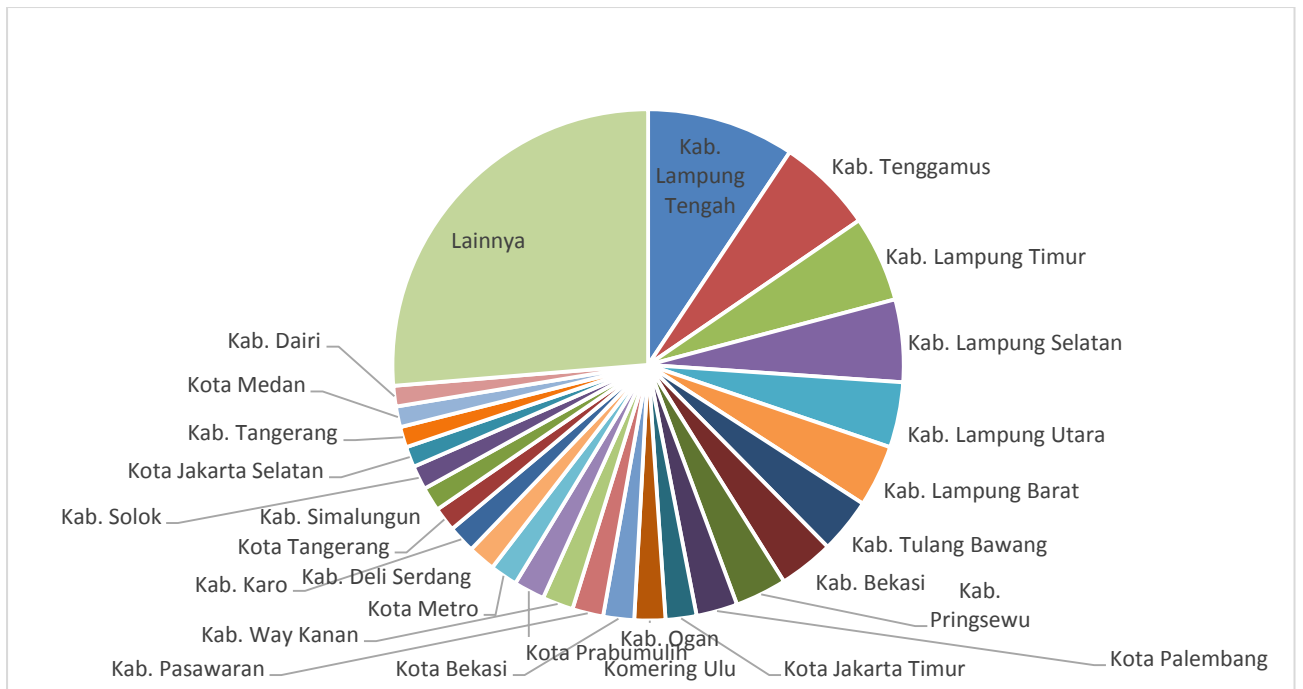


Gambar 4.7 Sebaran Data Mahasiswa Pria Berdasarkan Agama

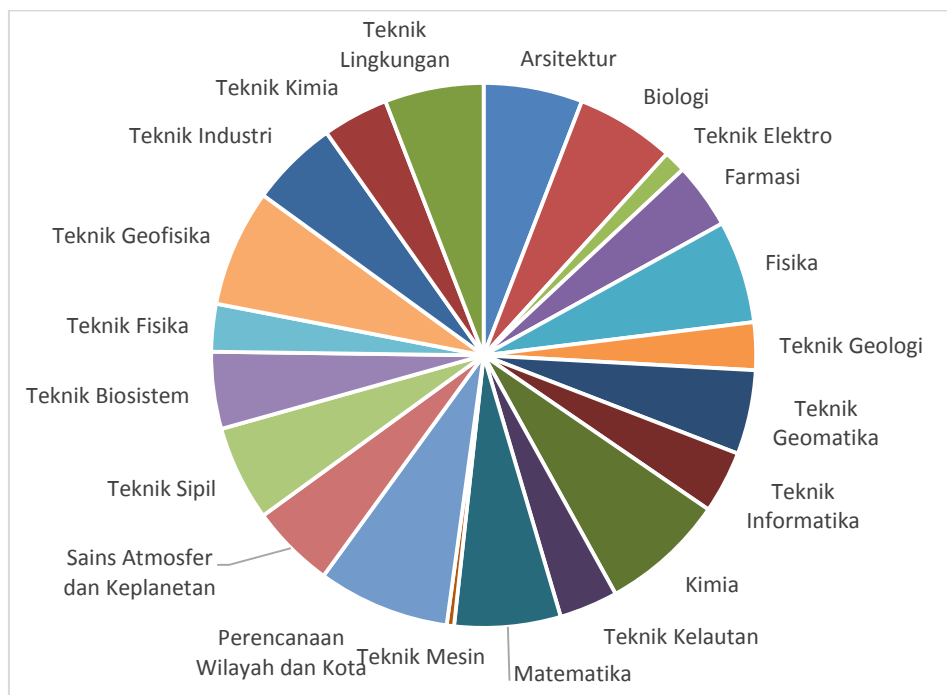


Gambar 4.8 Sebaran Data Mahasiswa Pria Berdasarkan Nilai Akademis

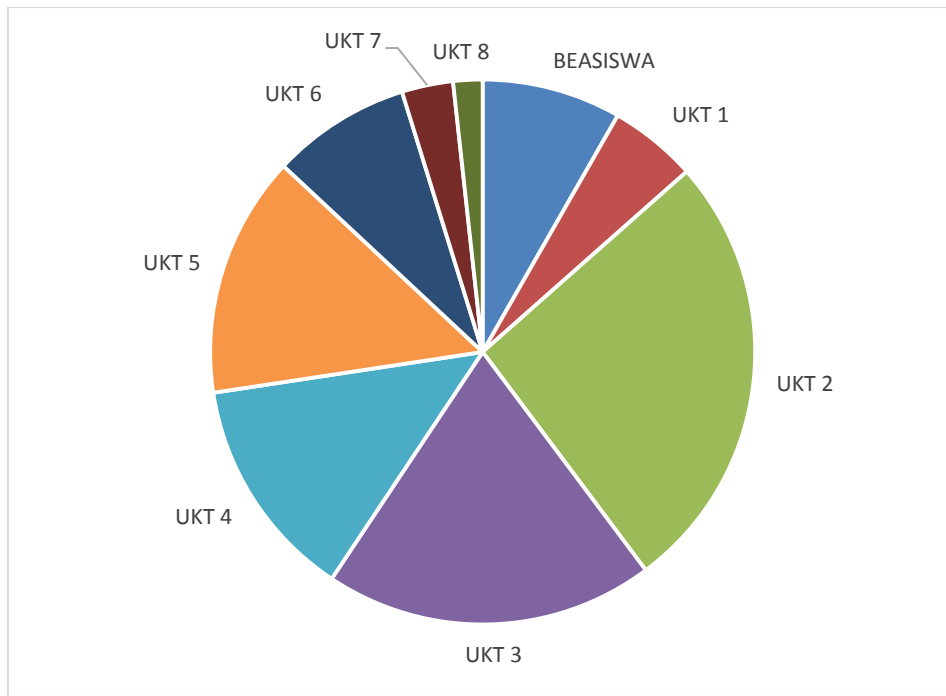
Sebaran 460 data mahasiswa pada asrama wanita, adalah sebagai berikut:



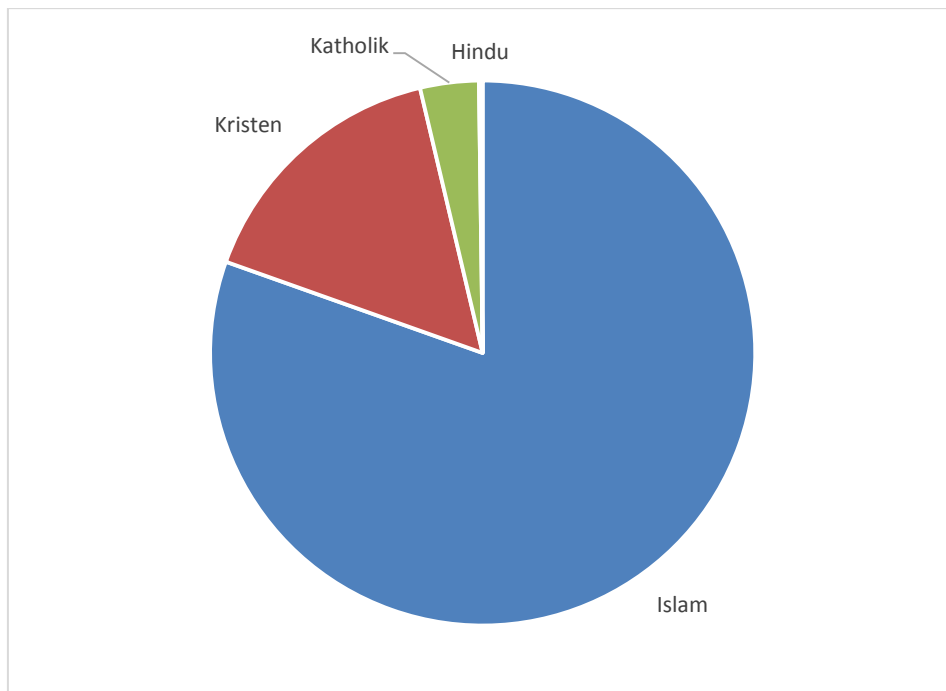
Gambar 4.9 Sebaran Data Mahasiswa Wanita Berdasarkan Asal Daerah



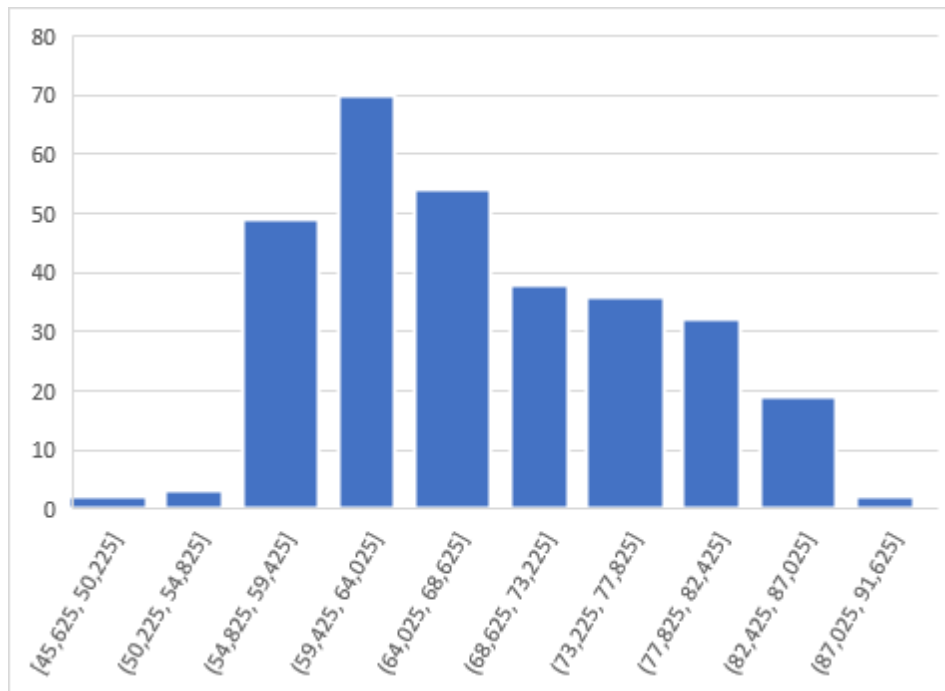
Gambar 4.10 Sebaran Data Mahasiswa Wanita Berdasarkan Program Studi



Gambar 4.11 Sebaran Data Mahasiswa Wanita Berdasarkan Kemampuan Ekonomi



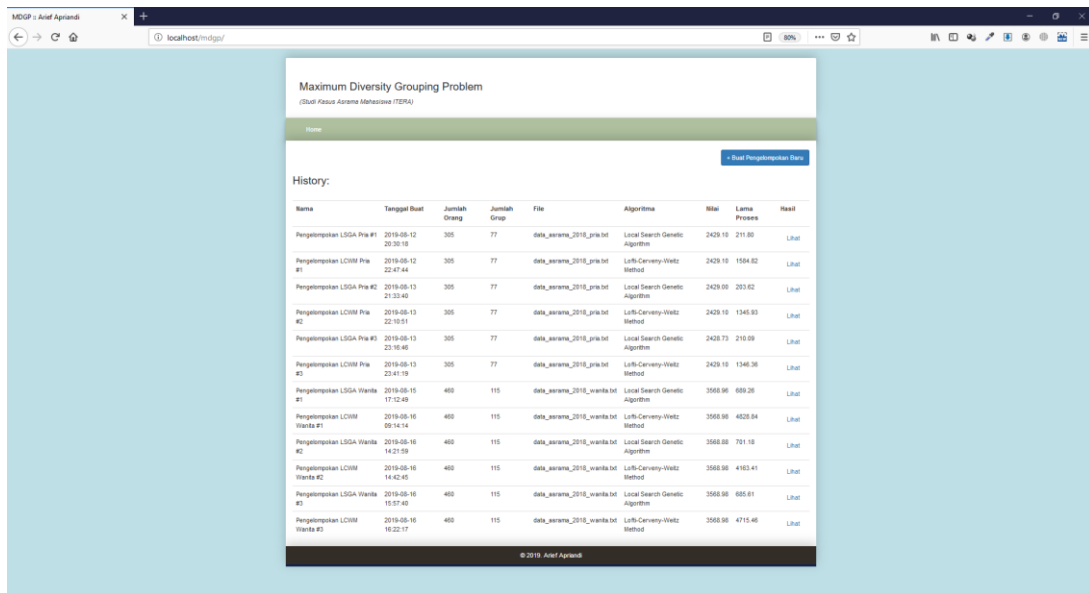
Gambar 4.12 Sebaran Data Mahasiswa Wanita Berdasarkan Agama



Gambar 4.13 Sebaran Data Mahasiswa Wanita Berdasarkan Nilai Akademis

4.3 Hasil Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan mengenai hasil uji coba terhadap metode atau algoritma yang digunakan untuk memecahkan permasalahan. Evaluasi dilakukan dengan cara melakukan analisa terhadap hasil uji coba tersebut, untuk kemudian dapat diberikan kesimpulan dan saran bagi implementasi perangkat lunak selanjutnya.



Gambar 4.14 Tangkapan Layar Hasil Percobaan

Gambar 4.17 adalah hasil tangkapan layar pada aplikasi yang digunakan untuk melakukan penelitian. Hasil pada pengelompokan mahasiswa asrama pria dan wanita, didapatkan hasil yang tergambar dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan LCWM dan LSGA Hasil Pengujian

No	Keterangan	Asrama Pria		Asrama Wanita	
		LCWM	LSGA	LCWM	LSGA
1.	Percobaan 1	2429,10 ¹	2429,10	3568,98	3568,96
		1584,82 ²	211,80	4828,84	689,26

2.	Percobaan 2	2429,10	2429,00	3568,98	3568,88
		1345,10	203,62	4163,41	701,18
3.	Percobaan 3	2429,10	2428,73	3568,98	3568,98
		1346,36	210,09	4715,46	685,61
4.	Rata-rata	2429,10	2428,94	3568,98	3568,94
		1425,43	208,5	4569,24	692,02

Keterangan: 1 = Nilai *Fitness*

2 = Waktu Proses dalam detik

Dari hasil yang didapat diketahui baik Metode Lorent-Cerveney-Weitz maupun Algoritma Genetik Pencarian Lokal dapat menyelesaikan permasalahan pengelompokan dengan diversitas maksimal untuk membagi kamar mahasiswa yang masing-masing maksimal berisi 4 mahasiswa pada asrama Institut Teknologi Sumatera. Nilai *fitness* yang didapatkan dari hasil pengelompokan dengan menggunakan Metode Lorent-Cerveney-Weitz lebih tinggi dibandingkan dengan hasil dari pengelompokan dengan Algoritma Genetik Pencarian Lokal yaitu 0.0066% pada asrama pria dan 0.0011% pada asrama wanita. Tetapi walaupun nilai *fitness* yang didapatkan dengan Metode Lorent-Cerveney-Weitz lebih tinggi, tetapi waktu komputasi proses pengelompokan dengan menggunakan Metode Lorent-Cerveney-Weitz lebih lama dibandingkan dengan hasil dari pengelompokan dengan Algoritma Genetik Pencarian Lokal yaitu 684% lebih lama pada asrama pria dan 660% lebih lama pada asrama wanita.