

## Penerapan Algoritma C4.5 Pada Penentuan Penerima Program Bantuan Pemerintah Daerah

Relita Girsang<sup>1</sup>, Erika Fahmi Ginting<sup>2</sup>, Masyuni Hutasuhut<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: <sup>1</sup>relitagirsang9@gmail.com, <sup>2</sup>erikafg04@gmail.com, <sup>3,\*</sup>Yunihutasuhut@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: [relitagirsang9@gmail.com](mailto:relitagirsang9@gmail.com)

### Abstrak

Kemiskinan adalah fokus utama pemerintah pusat dan pemerintah daerah. Karena itu merupakan salah satu faktor penyebab keterbukaan dan penghambatan dalam pembangunan suatu bangsa. Dengan adanya program bantuan, diharapkan meningkatkan status sosial ekonomi Keluarga Miskin, meningkatkan tingkat pendidikan Keluarga Miskin dan meningkatkan status kesehatan dan gizi ibu hamil dan balita di Indonesia. Dalam tahun-tahun terakhir ini Program Penerima Bantuan sering sekali mengalami masalah pada saat memprediksi penerima bantuan. Hal ini disebabkan karena sistem yang digunakan masih manual sehingga sering terjadi kesalahan saat menginput data calon penerima bantuan. Sehingga berdampak pada ketidak akurat pada saat penerimaan bantuan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem untuk dapat mengatasi kesalahan kinerja serta meminimalisir kesalahan yang terdapat di kantor Kepala Desa maka digunakan ilmu Data Mining. Hasil Penelitian merupakan terciptanya sebuah aplikasi yang dapat memprediksi tingkat penerimaan program bantuan dengan tepat dan akurat yang nantinya diharapkan dapat membantu Kantor Kepala Desa dalam memecahkan permasalahan mengenai penerimaan program bantuan pemerintah daerah

**Kata Kunci:** Algoritma C4.5, Decision tree, Kemiskinan, Klasifikasi, Penerima Program Bantuan.

### 1. PENDAHULUAN

Terciptanya masyarakat adil dan makmur telah menjadi salah satu cita-cita bangsa Indonesia sejak awal kemerdekaannya sebagaimana diamanatkan oleh Undang-Undang Dasar 1945 alinea keempat. Hal ini tercermin dari Berbagai program pembangunan dan pertumbuhan ekonomi yang dilakukan oleh pemerintah.

Program pertumbuhan dan pembangunan ekonomi yang dilakukan oleh pemerintah selalu berorientasi dan diarahkan pada upaya penanggulangan kemiskinan karena pembangunan pada dasarnya adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat [1]. Adapun masalah kemiskinan dan kesulitan ekonomi masih sangat memprihatinkan, terutama pada pencegahan terhadap kemiskinan masyarakat pedesaan yang merupakan penduduk Indonesia. Adapun rata-rata kemiskinan per rumah tangga adalah Rp 2.121.637 rumah tangga miskin/bulan.

Dari masalah dapat diketahui bahwa permasalahan yang terjadi di Desa ini merupakan masalah penting yang menjadi tanggung jawab pemerintah Desa yaitu Kepala Desa. Kepala Desa merupakan pemimpin terhadap jalannya tata urusan pemerintahan yang ada di Desa. Salah satu urusan yang dilakukan oleh seorang Kepala Desa ialah pendistribusian bantuan sosial [2]. Dalam pendistribusian ini tidak jarang terjadi masalah seperti pendistribusiannya tidak sepenuhnya tepat sasaran. Dalam artian, masih ada masyarakat yang seharusnya menerima bantuan namun tidak menerima, sebaliknya yang seharusnya tidak menerima seperti masih bekerja di sektor formal, sudah pindah tempat tinggal, meninggal dunia, dan lainnya terkadang malah menerima bantuan. Di Desa Sibangun Mariah, Kecamatan Silimakuta, Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara, distribusi dari pemerintah telah dilakukan dan dijalankan. Hal tersebut tidak terlepas dari peran Kepala desannya sebagai pimpinan tertinggi yang mengatur wilayah tersebut [3].

*Data mining* adalah cabang ilmu komputer yang relatif baru yang banyak digunakan dan dipelajari oleh para ilmuwan komputer dan pemrogram. *Data mining* adalah konsep yang digunakan untuk menemukan pengetahuan atau informasi berharga yang tersembunyi di dalam *database*.

*Data mining* adalah metode untuk menemukan informasi baru yang berguna dari kumpulan data yang besar dan dapat membantu dalam pengambilan keputusan [4]. Beberapa pandangan mengenai *data mining*, seperti penemuan pengetahuan atau pengenalan pola. Pengenalan pola dipergunakan sebagai pengetahuan yang diekstraksi dari dalam bongkahan data [5].

Algoritma C4.5 adalah salah satu jenis pohon keputusan yang paling populer. Pohon keputusan berguna untuk eksplorasi data, mencari hubungan tersembunyi antara beberapa variabel input kandidat dan variabel target. Algoritma C4.5 dapat menangani data digital dan diskrit menggunakan rasio gain. Objek menggunakan konsep *entropy* [6].

Dengan menggunakan pohon keputusan, peneliti tidak perlu memperkirakan distribusi ukuran tinggi badan atau parameter tertentu dari distribusi kelas. Karena metode ini menggunakan kriteria yang lebih sedikit untuk masing-masing dari simpul dalam tanpa mengurangi kualitas keputusan yang dihasilkan secara signifikan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

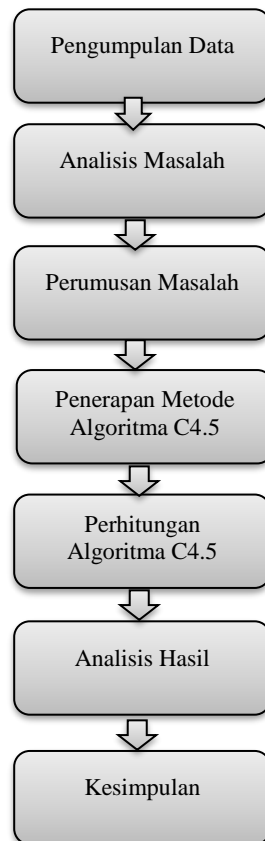
### 2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian pada umumnya menggunakan konsep metodologi penelitian jenis *Research and Development*. Penelitian merupakan pencarian terencana atau penyelidikan kritis yang bertujuan untuk menemukan pengetahuan atau harapan baru bahwa pengetahuan semacam itu akan bermanfaat dalam mengembangkan suatu produk atau layanan baru [7]. Namun dalam penelitian ini perlu ada pengembangan yang dilakukan berdasarkan dari temuan dalam sebuah penelitian ke dalam rencana desain untuk sebuah produk atau proses baru dengan tujuan peningkatan signifikan pada produk atau proses yang ada [8].

Menurut penelitian Sugiyono metode penelitian diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu [9]. Data pengetahuan yang ada pada gilirannya dapat dimanfaatkan dalam memahami, memecahkan, dan mengantisipasi sebuah masalah. Didalam metode penelitian ini terdapat beberapa langkah yang data *collecting* atau pengumpulan data, dan *study of literature* atau studi kepustakaan.

#### 2.1.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperlukan referensi-referensi yang mendukung dalam proses penelitian yang dilakukan berupa teori-teori yang bersumber dari : 18 Jurnal Nasional dan 5 jurnal Internasional tentang Data mining dan Algoritma 4.5, serta 2 buku tentang metode Algoritma C4.5. Dikarenakan dalam penelitian ini menggunakan konsep pendekatan eksperimental maka dibawah ini adalah metode penelitian yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Metode Penelitian

#### 2.1.2 Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 merupakan algoritma yang digunakan untuk membuat pohon keputusan. Pohon keputusan adalah proses klasifikasi dan prediksi yang sangat kuat dan terkenal [10]. Metode pohon keputusan ini mengubah fakta yang paling penting dan menjadi pohon keputusan yang mewakili aturan. Aturan biasa nya mudah dipahami dalam bahasa

alami. Dan juga dapat dinyatakan sebagai bahasa berorientasi data seperti *Structured Query Language* (SQL) untuk mencari catatan dari kategori tertentu [11].

Untuk menentukan nilai *entropy* gunakan rumus :

$$Entropy (S) = \sum_{i=1}^n - p_i \log_2 p_i \dots \dots \dots [1]$$

Setelah itu tentukan nilai *gain* menggunakan rumus :

$$Gain (S, A) = entropy (S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{S} * Entropy (S_i) \dots \dots \dots [2]$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Mempersiapkan Sumber Data

Dalam menganalisa penduduk ini berdasarkan pada kriteria yang sudah menjadi penentu dalam melakukan program bantuan. Berikut ini adalah kriteria yang digunakan:

Tabel 1. Membuat Cabang Setiap Nilai Pakar

No	Kriteria	Nilai	Keterangan
1	Usia	>15	Produktif
		>65	Non Produktif
2	Jumlah Tanggungan	< 2	Sedikit
		>3	Sedang
		> 4	Banyak
3	Status Kepemilikan Rumah	1	Milik Sendiri
		2	Kontrak
		3	Bebas Sewa
4	Gaji	< Rp.1.900.000	Rendah
		> Rp.2.000.000	Sedang
		>Rp.3.000.000	Tinggi

Berikut ini adalah sumber data yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian pada Desa Sibangun Mariah. Adapun data dibawah ini merupakan data yang sudah dikonvensi dari data awal berdasarkan kebutuhan algoritma C4.5.

Tabel 2. Konferensi Data Alternatif

No	Nama	Usia	Jumlah Tanggungan	Gaji	Status K Rumah	Status penerimaa n
1	HOTMA SIDAURUK	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
2	KARLINA DEWITA DAMANIK	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
3	YUNI ROSMELITA SINAGA	Produktif	Sedang	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
4	NATALIA LIMBONG	Produktif	Sedang	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
5	KALVIN MARANATA SIBARANI	Produktif	Sedang	Sedang	Milik Sendiri	Ditolak
6	RAYMON LAURENSYUS SIDAURUK	Non Produktif	Banyak	Rendah	Bebas Sewa	Diterima
7	RASMEHULINA SARAGIH	Non Produktif	Banyak	Rendah	Milik Sendiri	Diterima
8	JAMAHOT PURBA	Non Produktif	Banyak	Rendah	Bebas Sewa	Diterima
9	CHARIN FLORENTINA SIDAURUK	Non Produktif	Sedang	Rendah	Kontrak	Diterima
10	YOKI ADINATA SINAGA	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
11	EVELKIN SINAGA	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
12	LENA HUTABALIAN	Produktif	Banyak	Tinggi	Bebas Sewa	Ditolak
13	SRI DEVI NOVITA SINURAT	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak
14	MITAWATY SINAGA	Produktif	Banyak	Sedang	Milik Sendiri	Ditolak
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
50	FAJAR GIRSANG	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendiri	Ditolak

**3.1.1 Mencari Entropy untuk Seluruh Data Tiap Atribut**

Berikut ini adalah nilai dari *entropy* dari setiap kriteria:

- a.  $Entropy\ Total = Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i$   
 $Entropy\ Total = ((-36/50 * \log_2(36/50)) + (-14/50 * \log_2(14/50)))$

= **0.8554508**

b. *Entropy* Usia

Usia “Produktif” =  $((-36/44 * \log_2(36/44) + (-8/44 * \log_2(8/44)))$

= **0.6840384**

Usia “Non Produktif” =  $((-6/6 * \log_2(6/6) + (-0/6 * \log_2(0/6)))$

= **0**

c. *Entropy* Jumlah Tanggungan “Sedikit” =  $((-4/5 * \log_2(4/5) + (-1/5 * \log_2(1/5)))$

= **0.7219281**

Jumlah Tanggungan “Sedang” =  $((-8/11 * \log_2(8/11) + (-3/11 * \log_2(3/11)))$

= **0.8453509**

Jumlah Tanggungan “Banyak” =  $((-24/34 * \log_2(24/34) + (-10/34 * \log_2(10/34)))$

= **0.873981**

d. *Entropy* Gaji

Gaji “Rendah” =  $((-0/10 * \log_2(0/10) + (-10/10 * \log_2(10/10)))$

= **0**

Gaji “Sedang” =  $((-19/23 * \log_2(19/23) + (-4/23 * \log_2(4/23)))$

= **0.6665784**

Gaji “Tinggi” =  $((-17/17 * \log_2(17/17) + (-0/17 * \log_2(0/17)))$

= **0**

e. *Entropy* Kepemilikan Rumah

K.Rumah “Milik Sendiri” =  $((-27/31 * \log_2(27/31) + (-4/31 * \log_2(4/31)))$

= **0.5547782**

K.Rumah “Kontrak” =  $((-0/7 * \log_2(0/7) + (-7/7 * \log_2(7/7)))$

= **0**

K.Rumah “Bebas Sewa” =  $((-9/12 * \log_2(9/12) + (-3/12 * \log_2(3/12)))$

= **0.8112781**

**3.1.2 Mencari Gain untuk Seluruh Data Tiap Atribut**

Berikut ini adalah nilai *gain* dari setiap kriteria :

a. Nilai *Gain* Usia

=  $(0.8554508) - ((44/50) * 0.6840384) - ((6/50) * 0)$

= **0.2535**

b. Nilai *Gain* Jumlah Tanggungan

=  $(0.8554508) - ((5/50) * 0.7219281) - ((11/50) * 0.8453509) - ((34/50) * 0.873981)$

= **0.00297**

c. Nilai *Gain* Gaji

=  $(0.8554508) - ((10/50) * 0) - ((23/50) * 0.6665784) - ((17/50) * 0)$

= **0.54882**

Nilai *Gain* Kepemilikan Rumah

=  $(0.8554508) - ((31/50) * 0.5547782) - ((7/50) * 0) - ((12/50) * 0.8112781)$

= **0.31678**

**Tentukan Gain Tertinggi**

Setelah di dapatkan nilai *Entropy* dan *Gain* dari sumber data yang dimiliki, berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan nilai *Entropy* dan *Gain* nya.

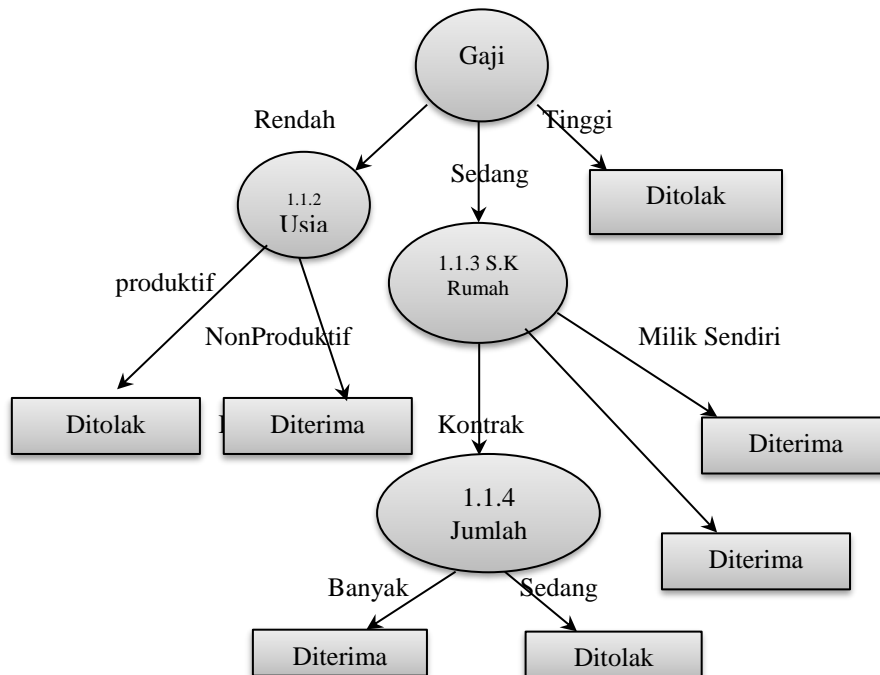
Tabel 3. Rekapitulasi Hasil

Node	Kriteria	Keterangan	Jumlah Kasus	Ditolak	Diterima	Entropy	Gain
	Total		50	36	14	<b>0.8554508</b>	
	Usia						<b>0.2535</b>
		Produktif	44	36	8	<b>0.6840384</b>	
		Non	6	0	6	<b>0</b>	

		Produktif					
	Jumlah Tanggungan						<b>0.00297</b>
		Sedikit	5	4	1	<b>0.7219281</b>	
		Sedang	11	8	3	<b>0.8453509</b>	
		Banyak	34	24	10	<b>0.873981</b>	
	Gaji						<b>0.54882</b>
		Rendah	10	0	10	<b>0</b>	
		Sedang	23	19	4	<b>0.6665784</b>	
		Tinggi	17	17	0	<b>0</b>	
	S.K.Rumah						<b>0.31678</b>
		Milik Sendiri	31	27	4	<b>0.5547782</b>	
		Kontrak	7	0	7	<b>0</b>	
		Bebas Sewa	12	9	3	<b>0.8112781</b>	

**3.1.3 Mendapatkan Aturan (Rule)**

Node pohon keputusannya adalah sebagai beriku:



Gambar 2. Hasil Dari Pohon Keputusan

Pada pohon keputusan diatas menjelaskan bahwasannya yang memiliki kriteria nilai Gain tertinggi yaitu Gaji, Maka basis pengetahuan atau rule yang terbentuk yaitu:

1. Jika Gaji = Rendah Dan Usia Produktif maka Hasil = Diterima
2. Jika Gaji =Rendah dan Usia Non Produktif maka Hasil = Dierima
3. Jika Gaji = Sedang dan Status Kepemilikan Rumah = Milik Sendiri maka Hasil = Diterima
4. Jika Gaji= Sedang dan Status Kepemilikan Rumah = Kontrak maka Hasil = Diterima
5. Jika Gaji = Sedang dan Status Kepemilikan Rumah = Bebas Sewa dan Jumlah Tanggungan = Banyak maka Hasil = Diterima

**3.2 Hasil**

Pada bagian ini akan ditunjukkan hasil dari perancangan sistem yang telah dibangun yaitu aplikasi *Data Mining* dalam menentukan penerimaan bantuan masyarakat pada Kantor Kepala Desa Sibangun Mariah. Implementasi *Data Mining* yang digunakan dalam menentukan penerimaan bantuan masyarakat berbasis *desktop*. Hasil yang akan ditampilkan adalah hasil tampilan antarmuka dari sistem yang telah dibangun serta hasil pengujian sistem yang telah dilakukan.

### 3.2.1 Hasil Tampilan Antar Muka

Hasil tampilan antar muka adalah tahapan dimana sistem atau aplikasi siap untuk dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya sesuai dari hasil analisis dan perancangan yang dilakukan, sehingga akan diketahui apakah sistem atau aplikasi yang dibangun dapat menghasilkan suatu tujuan yang dicapai, dan aplikasi *Data Mining* ini dilengkapi dengan tampilan yang bertujuan untuk memudahkan penggunaannya. Fungsi dari *interface* (antarmuka) ini adalah untuk memberikan *input* dan menampilkan *output* dari aplikasi. Pada aplikasi ini memiliki *interface* yang terdiri dari *form login*, *form data alternatif*, dan *form proses metode C.45*.

#### 1. *Form Login*

*Form login* digunakan untuk mengamankan sistem dari *user-user* yang tidak bertanggung jawab sebelum masuk ke *form* utama. Berikut adalah tampilan *form login*:



Gambar 3. *Form*

#### 2. *Form Menu Utama*

*Form* menu utama digunakan sebagai penghubung untuk *form data alternatif*, dan *form proses metode C.45*. Berikut adalah tampilan *form* menu utama:



Gambar 4. *Form* Menu Utama

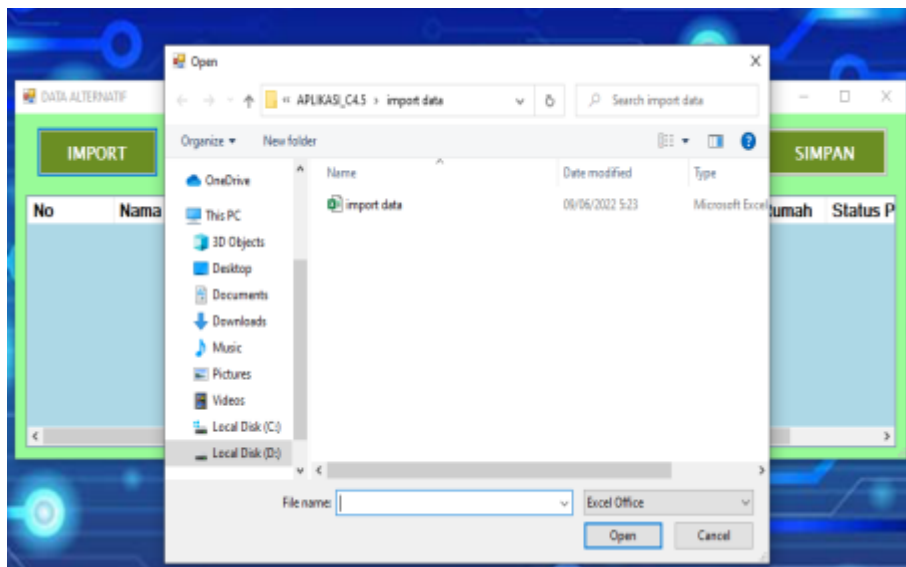
Halaman administrator digunakan untuk menampilkan *form* pengolahan data pada penyimpanan data kedalam *database* yaitu *form* data alternatif, dan *form* proses metode C.45. Adapun *form* halaman administrator utama sebagai berikut.

1. *Form* Data Alternatif

*Form* data alternatif adalah *form* pengolahan data-data alternatif dalam proses import data, dan penginputan data. Adapun *form* data alternatif adalah sebagai berikut.

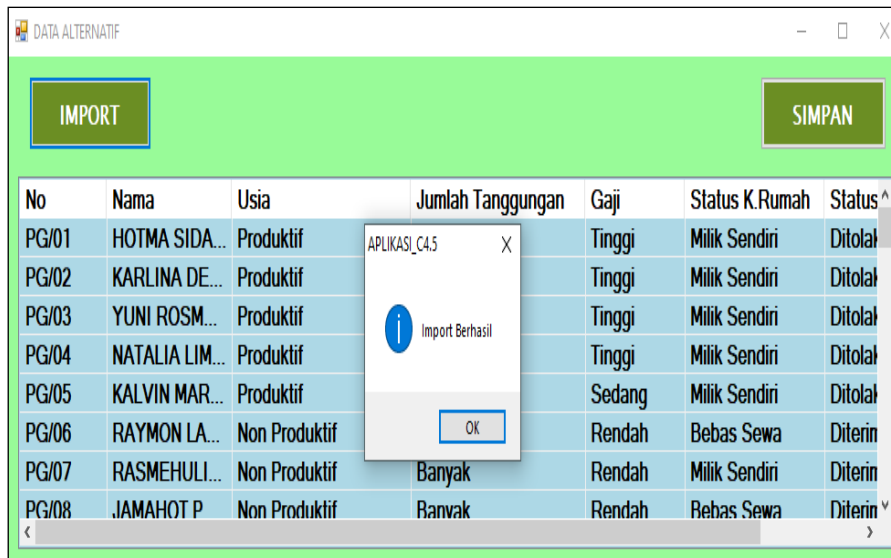


Gambar 5. *Form* Data Alternatif



Gambar 6. *Form* Import Data Alternatif

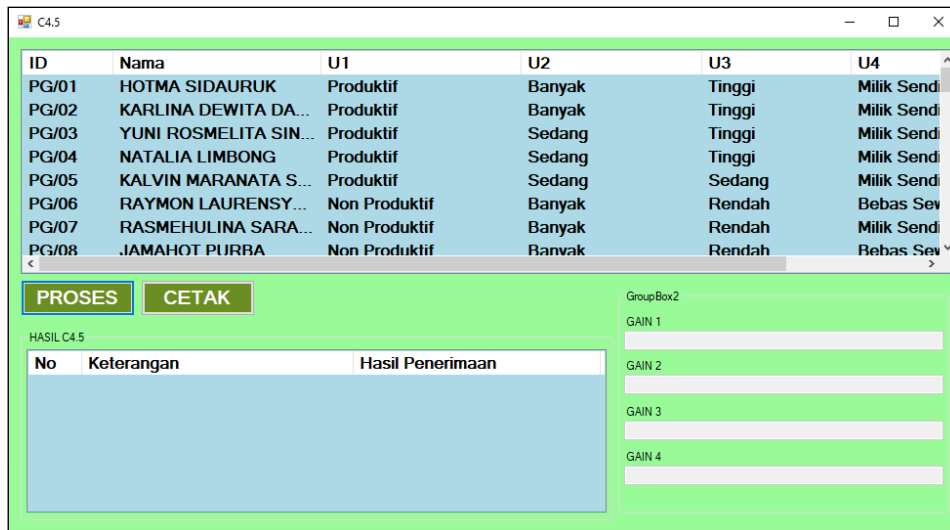




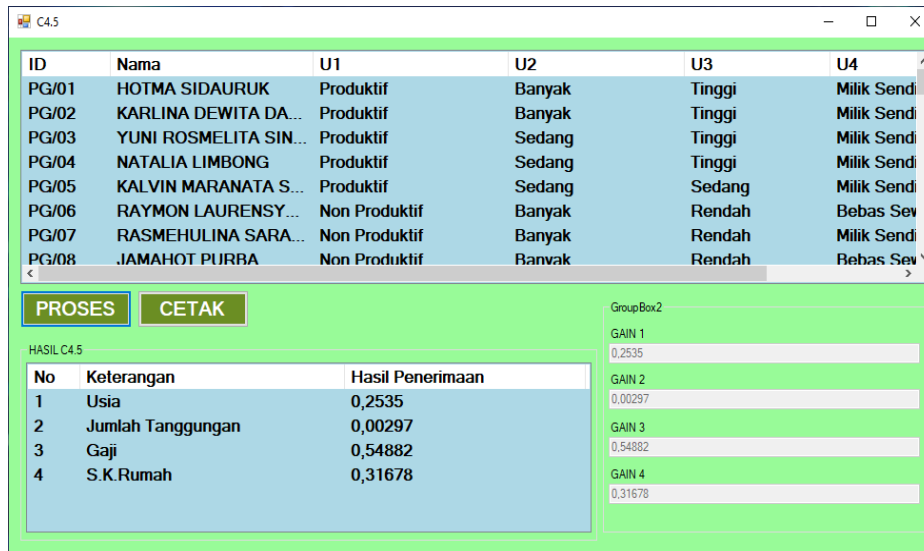
Gambar 7. Form Import Data Alternatif Berhasil

2. Form Proses Metode C.45

Form proses metode C.45 adalah proses perhitungan dalam meramalkan atau menentukan penerimaan bantuan masyarakat. Adapun Form proses metode C.45 adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Form Proses Metode C.45



ID	Nama	U1	U2	U3	U4
PG/01	HOTMA SIDAURUK	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendi
PG/02	KARLINA DEWITA DA...	Produktif	Banyak	Tinggi	Milik Sendi
PG/03	YUNI ROSMELITA SIN...	Produktif	Sedang	Tinggi	Milik Sendi
PG/04	NATALIA LIMBONG	Produktif	Sedang	Tinggi	Milik Sendi
PG/05	KALVIN MARANATA S...	Produktif	Sedang	Sedang	Milik Sendi
PG/06	RAYMON LAURENSY...	Non Produktif	Banyak	Rendah	Bebas Sev
PG/07	RASMEHULINA SARA...	Non Produktif	Banyak	Rendah	Milik Sendi
PG/08	JAMAHOT PURBA	Non Produktif	Banyak	Rendah	Bebas Sev

No	Keterangan	Hasil Penerimaan
1	Usia	0,2535
2	Jumlah Tanggungan	0,00297
3	Gaji	0,54882
4	S.K.Rumah	0,31678

Gambar 9. Hasil Proses Metode C.45

#### 4. KESIMPULAN

Sistem ini dibuat dengan cara mengetahui siapa saja yang layak menerima bantuan. Dalam membangun sistem yang sudah dirancang dengan melakukan pengkodean dari sistem *input*, proses dan *output* menggunakan bahasa pemrograman yang dibutuhkan program dan sistem aplikasi di jalankan dengan melakukan perhitungan metode Algoritma C4.5 dengan cara menguji coba sistem untuk meminimalisir kesalahan terhadap aplikasi.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang begitu besar saya ucapkan kepada Ibu Erika Fahmi br Ginting,S.Kom,M.Kom selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Masyuni Hutasuhut, S.Kom,M.Kom selaku Dosen Pembimbing II.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur Azizah Mayasari, "Persepsi Masyarakat Terhadap Manfaat Penyaluran Bantuan Langsung Tunai (Blt-Dd) Dalam Upaya Membantu Perekonomian Masyarakat Akibat Covid-19 (Studi Penelitian Di Kecamatan Balong Kabupaten Ponorogo) (Perekonomian Dan Akibat 2020," No. September 2018, Pp. 1–27, 2019.
- [2] D. K. Widiyati, M. Wati, And H. S. Pakpahan, "Penerapan Algoritma Id3 Decision Tree Pada Penentuan Penerima Program Bantuan Pemerintah Daerah Di Kabupaten Kutai Kartanegara," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, Vol. 2, No. 2, P. 125, 2018, Doi: 10.30872/Jurti.V2i2.1864.
- [3] A. M. Hasibuan *Et Al.*, "Bantuan Program Keluarga Harapan," 2021.
- [4] J. Hutagalung and F. Sonata, "Penerapan Metode K-Means Untuk Menganalisis Minat Nasabah Asuransi," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, pp. 1187–1194, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3113.
- [5] A. H. Nasyuha et al., "Frequent pattern growth algorithm for maximizing display items," *Telkonnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 19, no. 2, pp. 390–396, 2021, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v19i2.16192.
- [6] A. S. Suweleh, D. Susilowati, And U. Bumigora, "Aplikasi Penentuan Penerima Beasiswa Menggunakan Algoritma C4 . 5 Jurnal Bite : Jurnal Bumigora Information Technology Jurnal Bite : Jurnal Bumigora Information Technology," *J. ....*, Vol. 2, No. 1, Pp. 12–21, 2020, Doi: 10.30812/Bite.V2i1.798.
- [7] M. Devi, "Penanggulangan Kemiskinan ( Studi Kasus Di Desa Sukamandi Hilir Dusun Iv Kecamatan Pagar Merbau Kabupaten Deli Serdang ) Skripsi Oleh : Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Universitas Medan Area Medan Penanggulangan Kemiskinan ( Studi Kasus Di Desa Suka," No. 3, 2021.
- [8] "Latar Belakang Masalah/2.1.4 Bantuan Langsung Sementara Masyarakat (Blsm)," Pp. 4–7.
- [9] Autoridad Nacional Del Servicio Civil, "Universitas Muhammadiyah Makassar/Peran Pemerintah Dalam Melaksanakan Program Bantuan/Andi Rahmat Nizar Hidayat/2021," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., Pp. 2013–2015, 2021.
- [10] E. F. Lubis And E. Zubaidah, "Efektivitas Program Keluarga Harapan Dalam Penanggulangan Kemiskinan," *J. Ilmu Adm. Sos.*, Vol. 9, No. 2, Pp. 88–99, 2020.

- [11] C. Empowerment, "Optimasi Penggunaan Software Statistik Dalam Mengolah Data Kesehatan Pada Petugas Kesehatan Puskesmas," Vol. 6, No. 9, Pp. 1629–1635, 2021.
- [12] Agus Gunawan, "Bab li Landasan Teori," *J. Chem. Inf. Model.*, Vol. 53, No. 9, Pp. 8–24, 2019.