

PENERAPAN K-MEANS CLUSTERING UNTUK MENGETAHUI VARIETAS PADI UNGGUL PRODUKSI BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TIMUR

Fitra Rani Klida Afiani

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1418069@scholar.tn.ac.id

ABSTRAK

Banyaknya varietas padi unggul dalam riwayat pertanian Indonesia adalah suatu keuntungan tersendiri bagi masyarakat maupun pemerintah. Pasalnya, fokus penanaman varietas unggul mampu meningkatkan hasil dan kualitas pertanian padi yang merupakan sumber pangan utama bersektor tanam terluas di Indonesia. Akan tetapi, keanekaragaman varietas padi unggul mampu menimbulkan masalah di bidang penelitian yang bertujuan menciptakan varietas-varietas unggul baru lainnya apabila kurang adanya informasi yang memadai.

Dalam proses penelitian, produksi maupun distribusi, pihak Unit Pengelola Benih Sumber BPTP masih memanfaatkan pencatatan manual pada buku maupun nota-nota. Padahal, hingga saat ini saja tercatat 37 varietas Inpari, 19 varietas Hipa, 10 varietas Inpago dan 9 varietas Inpara sebagai varietas unggul baru, belum termasuk varietas unggul sebelumnya. Petugas akan kesulitan dalam melakukan pendataan dikarenakan faktor waktu, dana dan keakuratan data sehingga pemilihan kelompok varietas unggul padi yang akan diteliti atau diproduksi dipilih secara subyektif. Oleh karena itu untuk mempermudah pengelompokan varietas unggul padi, penulis membangun sebuah sistem pendukung keputusan memanfaatkan metode *K-Means Clustering*. Data-data padi dikelompokkan ke dalam 3 *cluster* yaitu unggul, sedang dan kurang, serta dikelompokkan berdasarkan kriteria -kriteria padi unggul yaitu umur, tingkat rontok, kadar amilosa, berat butir dan rata hasil panen. Sistem ini dibangun menggunakan software *Microsoft Visual Studio 2010* dan *Microsoft SQL Server 2008*.

Hasil pengujian metode *K-Means Clustering* mendapatkan hasil bahwa perhitungan manual dengan sistem memiliki kesesuaian sebesar 100%, sedangkan pengujian metode dari sistem dengan data pakar memiliki keakuratan sebesar 92.54%. Dari pengujian fungsionalitas sistem dengan *operating system* yang berbeda yaitu *Windows 7 Professional*, *Windows 8.1* dan *Windows 10*, didapatkan hasil sistem dapat berjalan 100% sesuai dengan fungsinya. Sedangkan hasil pengujian user dari 13 koresponden menunjukkan bahwa 83.1% sistem berjalan dengan baik dan 16.9% sisanya memiliki nilai cukup.

Kata kunci : *Sistem Pendukung Keputusan (SPK), Pengelompokan Varietas Padi Unggul, K-Means Clustering, BPTP Jawa Timur*

1. PENDAHULUAN

Permintaan bahan pangan padi sebagai sumber makanan pokok yang semakin meningkat tentu tidak ada yang menyangsikannya. Hal ini selaras dengan meningkatnya pembangunan nasional yang mewajibkan setiap insan memenuhi kebutuhan akan pangannya. Sektor pertanian padi sendiri merupakan sektor penting yang memberikan kontribusi pada pertumbuhan ekonomi nasional baik di masa sekarang ataupun di masa mendatang.

Pada ranah pertanian, pemilihan varietas bibit yang unggul sebelum penanaman merupakan suatu langkah tepat untuk optimasi hasil panen maupun pencegahan faktor kerugian. Varietas unggul itu sendiri sudah berkembang di Indonesia sejak sebelum tahun 1970. Umumnya penamaan varietas unggul menggunakan nama sungai seperti Bengawan, Brantas, Citarum, dll. Namun mulai 2008, penamaan VUB menggunakan penamaan baru sesuai karakteristiknya seperti Inpari (Inbrida Padi Sawah Irigasi), Inpago (Inbrida Padi Gogo) atau Inpara (Inbrida Padi Rawa) [1].

Hingga saat ini tercatat 37 varietas Inpari, 19 varietas Hipa, 10 varietas Inpago dan 9 varietas Inpara yang telah dilepas dan mungkin akan terus bertambah sebagai Varietas Unggul Baru [1], jumlah tersebut belum termasuk varietas lama yang masih dibudidayakan hingga saat ini. Banyaknya varietas padi dengan masing-masing karakteristiknya menimbulkan permasalahan pada proses penelitian maupun pemuliaan padi, terlebih sistem pencatatan masih dilakukan secara manual pada buku-buku ataupun nota. Pada proses produksi, pemulia menyilangkan varietas-varietas unggul untuk mendapatkan varietas unggul baru yang tepat. Apabila pemulia hanya asal menebak dan bersikap subjektif, maka selain proses produksi yang kurang efisien, hasil bibit yang dihasilkan juga belum tentu unggul.

Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah sistem yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan dengan memperhitungkan segala kriteria yang ada. Hal ini dapat membantu pemulia untuk mengetahui kelompok-kelompok varietas padi unggul yang dapat digunakan untuk suatu penelitian lanjut demi menghasilkan varietas

padi unggul terbaru yang tepat sasaran. Selain itu, kelompok varietas unggul yang terpilih dapat diprioritaskan dalam distribusi agar hasil pertanian senantiasa mengalami peningkatan dan masyarakat terpengaruh untuk mulai mencintai beras lokal.

Untuk mempermudah pengelompokan varietas padi varietas padi unggul produksi Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur tersebut, maka dibangun sebuah sistem pendukung keputusan berbasis *desktop*. Digunakan metode *K-Means Clustering* untuk menentukan kelompok yang sesuai dengan kriteria masing-masing padi. Metode ini memiliki ketelitian cukup tinggi terhadap ukuran objek, sehingga lebih terukur dan efisien untuk pengolahan objek dalam jumlah besar. Selain itu metode *K-Means* tidak terpengaruh terhadap urutan objek [2] [3].

Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi sistem pendukung keputusan terkomputerisasi dengan menerapkan metode *K-Means Clustering* yang mampu membantu pihak UPBS di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur untuk menentukan kelompok varietas padi unggul yang sesuai dengan kriteria.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Varietas Padi Unggul

Dinamakan varietas padi unggul apabila suatu varietas padi memiliki keunggulan tertentu dibandingkan varietas lain. Penciptaannya dilakukan melalui persilangan-persilangan galur dari varietas-varietas padi dengan kriteria yang diinginkan. Dimana sifat-sifat baik yang harus dimiliki oleh jenis padi unggul antara lain [4] :

- Produksi tinggi.
- Umur tanaman pendek.
- Tahan terhadap penyakit.
- Tahan rebah atau tidak mudah rontok.
- Mutu beras baik.
- Rasanya enak.

2.2 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan dan pemanipulasian data. Sistem itu digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur maupun tak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat. Sistem pendukung keputusan biasanya dibangun untuk mendukung solusi atas suatu masalah untuk mengevaluasi suatu peluang tanpa mengubah penilaian yang ada. Sistem pendukung keputusan menggunakan CBIS (*Computer Based Information Systems*) yang fleksibel, interaktif, dan dapat diadaptasi, yang dikembangkan untuk mendukung solusi atas masalah-masalah yang ada [5].

2.3 K-Means Clustering

K-means merupakan salah satu metode pengelompokan data nonhierarki (sekatan) yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk kelompok. Sehingga data yang berkarakteristik sama dimasukkan ke dalam suatu kelompok yang sama dan data yang berkarakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok lain. Adapun tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk meminimalisir fungsi objektif, yang pada umumnya berusaha meminimalkan variasi di dalam suatu kelompok dan memaksimalkan variasi antar kelompok [6].

Langkah-langkah *clustering* dengan metode *K-Means* adalah sebagai berikut [7] :

- Pilih jumlah *cluster k*.
- Inisialisasi *k* pusat *cluster* dengan nilai awal menggunakan angka-angka random,
- Alokasikan semua data/ objek ke *cluster* terdekat dengan menghitung jarak antara data dengan pusat *cluster* menggunakan teori jarak *Euclidean* dengan rumus sebagai berikut:

$$D(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{in} - x_{jn})^2} \quad (1)$$

dimana:

$D(i, j)$ = Jarak data ke *i* ke pusat *cluster j*

x_{ki} = Data ke *i* pada atribut data ke *k*

x_{kj} = Titik pusat ke *j* pada atribut ke *k*

- Hitung kembali pusat *cluster* dengan menghitung rata-rata dari semua data/ objek dalam tiap *cluster*.
- Hitung kembali jarak setiap data dengan pusat *cluster* yang baru seperti langkah no c sampai anggota *cluster* tidak berubah lagi.

3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah pengembangan sistem perangkat lunak menerapkan model *waterfall* (air terjun) karena dalam pembangunannya dibutuhkan beberapa tahap yang berbeda, yang diawali dengan analisa kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian sistem dan perawatan sistem.

3.1 Data Penelitian

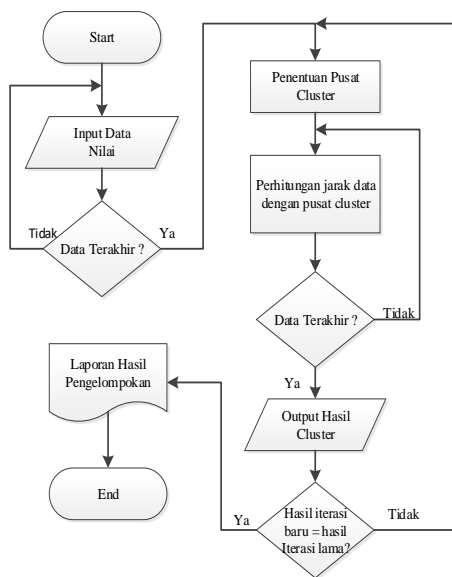
Sumber data penelitian yang digunakan diperoleh dari data internal yaitu data umum varietas padi dan distribusi yang terdaftar di UPBS BPTP Jawa Timur. Sedangkan data kriteria akan kebutuhan proses didapatkan dari data eksternal yaitu buku deskripsi Varietas Unggul Baru (VUB) padi edisi 2016 yang diterbitkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (ICRR). Tabel 1 berikut merupakan data kriteria yang digunakan dalam pengelompokan.

Tabel 1. Kriteria pengelompokan

No	Kriteria	Satuan
1	Umur tanaman	Hari
2	Tingkat kerontokan	Skala : 1 = Tahan 2 = Sedang 3 = Mudah
3	Kadar Amilosa	%
4	Berat per 1000 butir	Gram
5	Rata-rata hasil panen	t/ha GKG

3.2 Perancangan Sistem dengan Metode K-Means Clustering

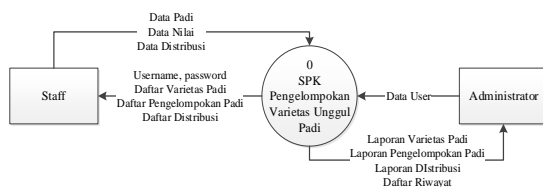
Pada Gambar 1 berikut ini merupakan *flowchart* metode *K-Means Clustering* pada Sistem Pendukung Keputusan Pengelompokan Varietas Padi Unggul.



Gambar 1. Flowchart K-Means Clustering

3.3 Data Flow Diagram

DFD Level 0 pada Gambar 2 merupakan gambaran dasar dari sistem yang dibangun, dimana terdapat 1 proses utama dan 2 entitas yaitu *staff* dan *administrator*.



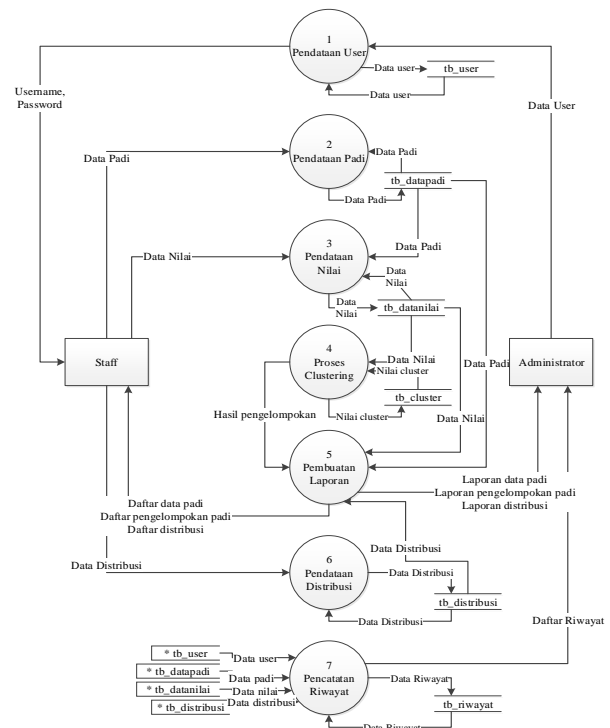
Gambar 2. DFD Level 0

Sedangkan Gambar 3 merupakan DFD Level 1 yang merupakan pengembangan dari DFD Level 0 dimana terdapat 7 proses dengan aliran data yang sesungguhnya.

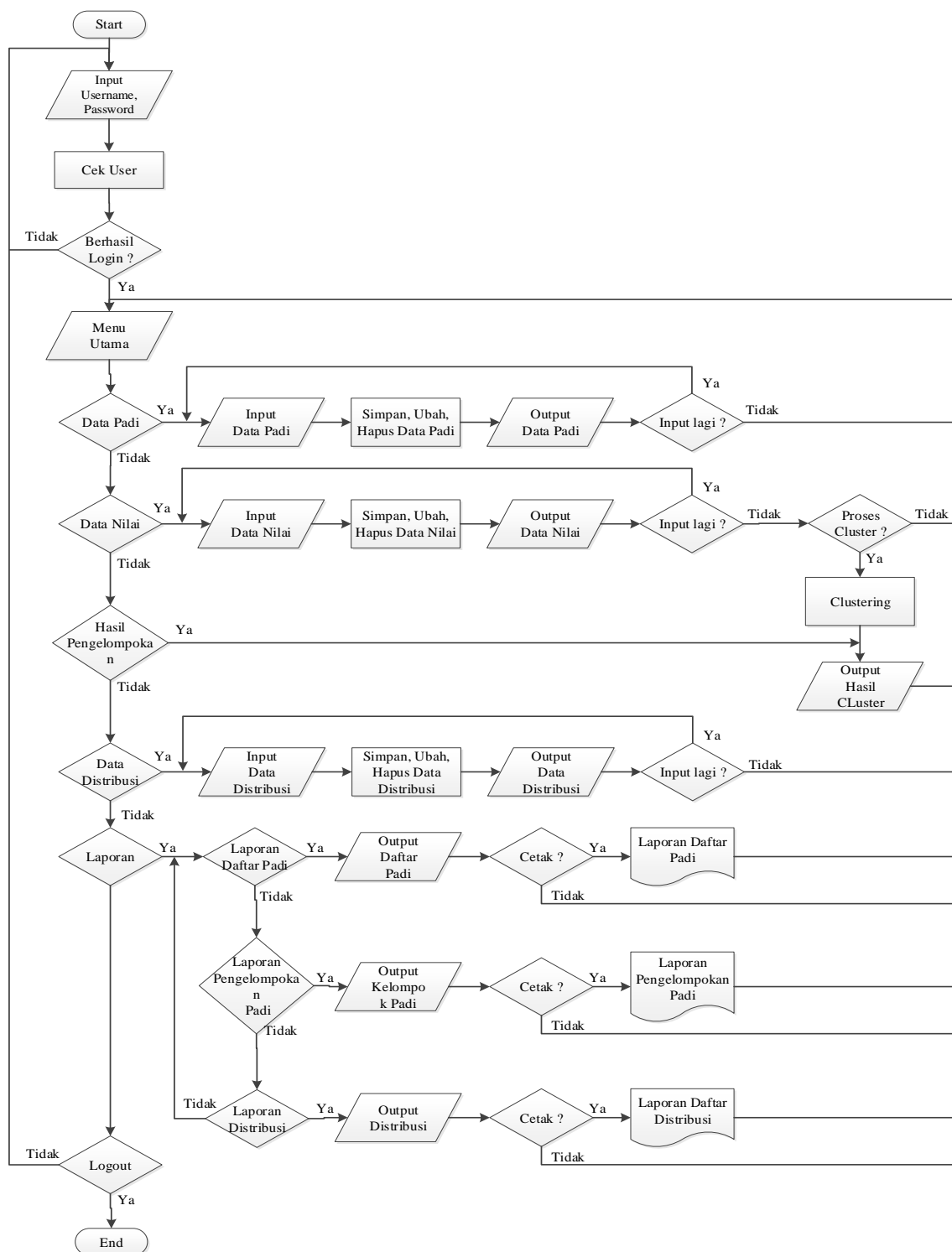
3.4 Flowchart User

Gambar 4 merupakan *flowchart user staff* yang menjelaskan jalannya sistem dari hak akses *staff*, dimana menu yang ditampilkan antara lain menu utama, data padi, nilai, distribusi dan laporan.

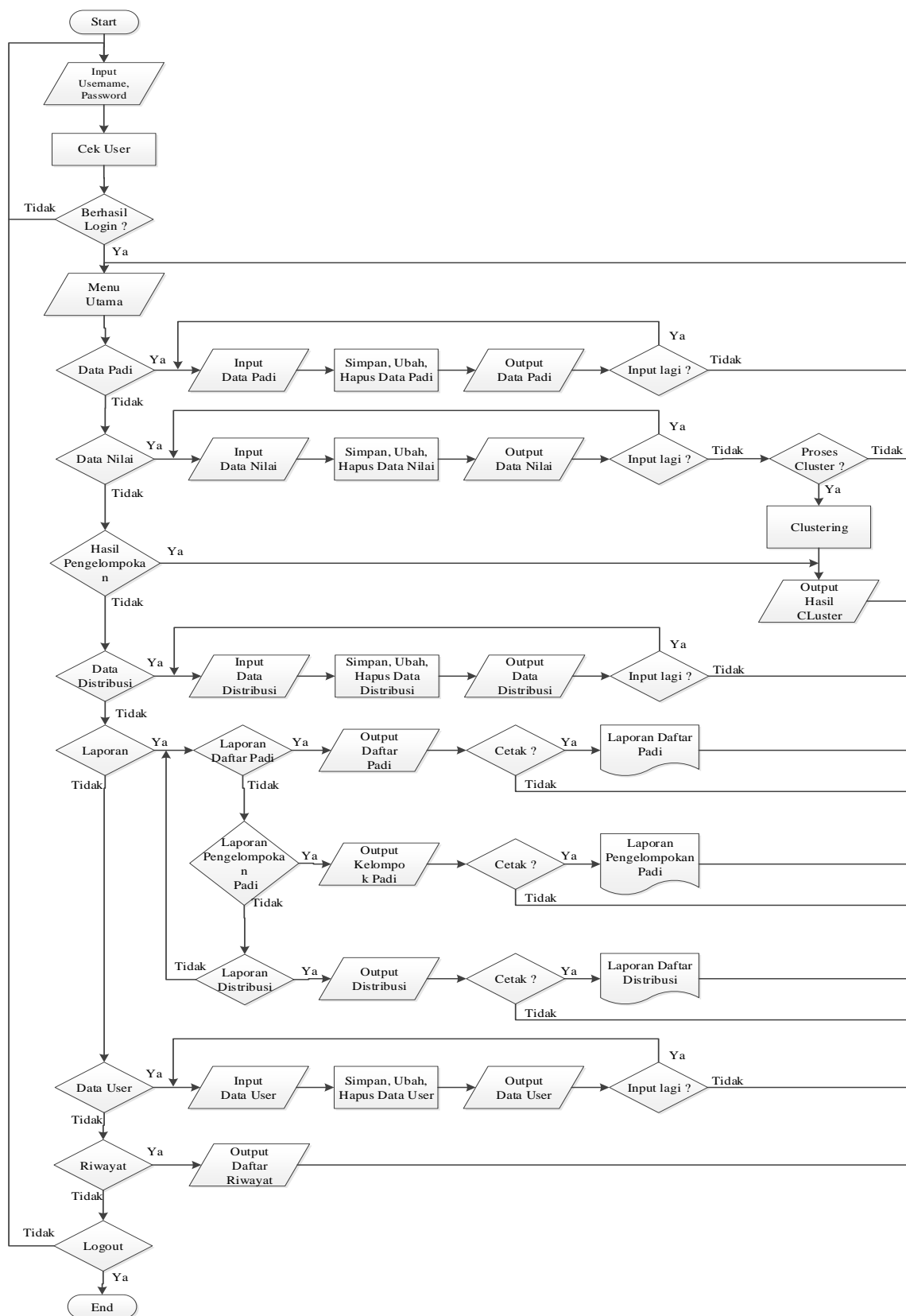
Sedangkan Gambar 5 merupakan *flowchart user administrator* yang menjelaskan jalannya sistem secara keseluruhan, termasuk data pengelolaan user dan menu riwayat.



Gambar 3. DFD Level 1



Gambar 4. FLOWchart user staff

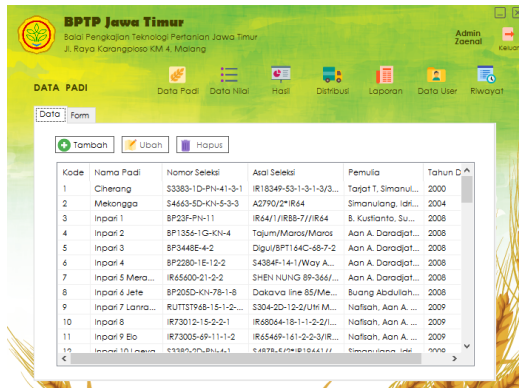


Gambar 5. Flowchart user administrator

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

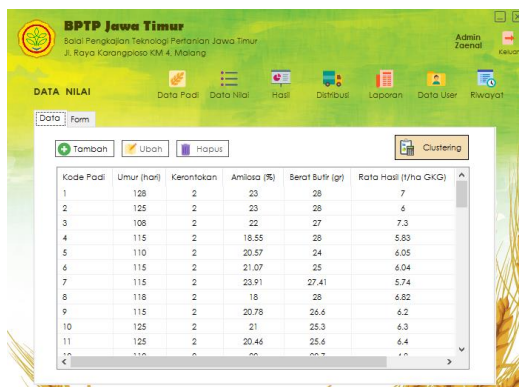
4.1 Implementasi Antarmuka Sistem

Gambar 6 merupakan tampilan data padi yang digunakan untuk menampilkan dan mengelola data varietas padi.



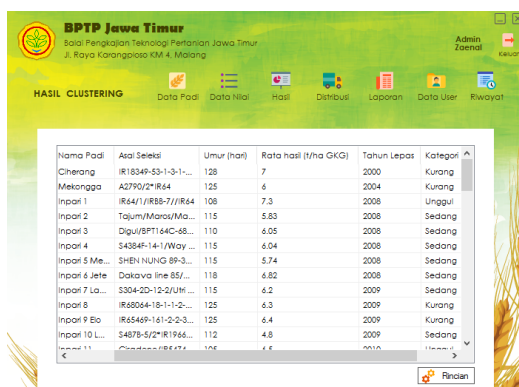
Gambar 6. Halaman data padi

Gambar 7 merupakan halaman data nilai yang digunakan untuk menampilkan dan mengelola data nilai kriteria varietas padi. Juga terdapat *button clustering* yang digunakan untuk memulai perhitungan *K-means*.



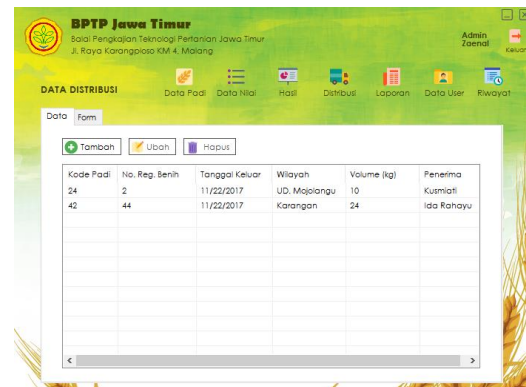
Gambar 7. Halaman data nilai

Hasil pengelompokan di-output-kan pada halaman hasil seperti pada Gambar 8.



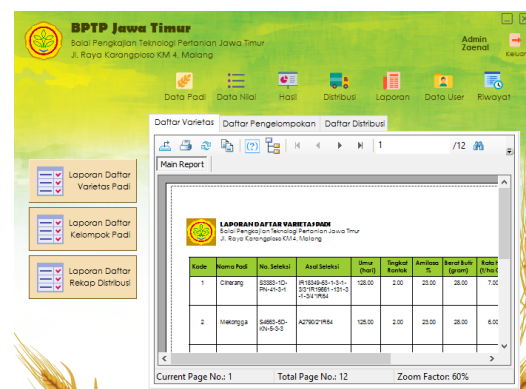
Gambar 8. Halaman hasil clustering

Terdapat pula halaman distribusi yang digunakan untuk merekap data proses distribusi seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman distribusi

Halaman laporan memuat laporan daftar padi, hasil pengelompokan dan data distribusi, ditunjukkan pada tampilan Gambar 10.



Gambar 10. Halaman laporan

4.2 Perhitungan Metode *K-Means Clustering*

Pada perhitungan digunakan 10 sampel data dari total 67 data keseluruhan, dimana data nilai kriteria yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data nilai

Ko-de	Umur (hari)	Skala rontok	Amilosa (%)	Berat (gram)	Rata hsl (t/ha GKG)	Kategori
1	125	2	23	28	7	Kurang
2	125	2	23	28	6	Kurang
3	108	2	22	27	7.3	Unggul
4	115	2	18.55	28	5.83	Sedang
5	110	2	20.57	24	6.05	Sedang
6	115	2	21.07	25	6.04	Sedang
7	115	2	23.91	27.41	5.74	Sedang
8	118	2	18	28	6.82	Sedang
9	115	2	20.78	26.6	6.2	Sedang
10	125	2	21	25.3	6.3	Kurang

Untuk proses *K-Means Clustering* pada sistem pendukung keputusan pengelompokan varietas padi unggul ini, data nilai lokasi akan dikelompokkan

menjadi 3 *cluster* yaitu unggul, sedang dan kurang. Proses selanjutnya adalah inisialisasi pusat *cluster* yang diberi nilai random yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pusat awal cluster

Kriteria	Cluster 1 (K1)	Cluster 2 (K2)	Cluster 3 (K3)
Umur	102.22	114.7	116.55
Kerontokan	2.26	2.78	2.94
Amilosa	19.03	20.91	23.88
Berat Butir	27.38	25.79	25.44
Rata Hasil	6.94	6.8	5.78

Hitung jarak masing-masing data dengan pusat masing-masing *cluster* menggunakan persamaan (1). Kelompokkan anggota *cluster* yang memiliki jarak paling dekat dengan titik pusat dari setiap *cluster*. Tabel 4 merupakan hasil jarak data pada Iterasi 1.

Tabel 4. Jarak data iterasi 1

Kd	Jarak K1	Jarak K2	Jarak K3	K1	K2	K3
1	23.1332	10.7699	9.0057			*
2	23.1522	10.7977	8.9254			*
3	6.5246	6.9571	9.0700	*		
4	12.8547	3.4775	6.1847		*	
5	8.6709	5.1556	7.5425		*	
6	13.1921	1.3877	3.3828		*	
7	13.7350	3.6669	2.6776			*
8	15.8283	4.9851	6.7228		*	
9	12.9466	1.3158	3.7971		*	
10	22.9698	10.3536	8.9928			*

Hitung kembali pusat *cluster* dengan menghitung rata-rata dari semua data atau anggota yang ada *cluster* tersebut. Pusat *cluster* baru ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pusat cluster iterasi 2

Cluster	Umur	Rontok	Amilosa	Berat	Rata hsl
K1	108.0000	2.0000	22.0000	27.0000	7.3000
K2	137.6000	2.4000	24.5760	31.8020	7.3360
K3	122.5000	2.0000	22.7275	27.1775	6.2600

Setelah mendapat titik pusat yang baru dari setiap *cluster*, hitung kembali jarak data dengan pusat *cluster* baru sehingga titik pusat tiap *cluster* tidak berubah. Dalam penelitian ini, iterasi *clustering* varietas padi unggul berhenti hingga iterasi 3 dimana titik pusat setiap *cluster* tetap dan sama dengan ietasi 2. Tabel 6 berikut merupakan hasil jarak iterasi 3.

Tabel 6. Jarak data iterasi 3

Kd	Jarak K1	Jarak K2	Jarak K3	K1	K2	K3
1	16.2879	9.8266	1.2552			*
2	16.2987	9.7884	1.2009			*
3	2.0376	7.8424	17.0256	*		
4	7.1024	2.2582	10.7465		*	

5	2.0376	6.3553	15.4229	*		
6	6.0580	2.1783	10.3034		*	
7	6.8857	3.5446	10.1520		*	
8	9.9026	3.6468	8.2908		*	
9	6.1393	0.7926	10.1350		*	
10	16.0082	9.5696	2.2440			*

4.3 Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian metode *balckbox* dilakukan dengan mengamati hasil eksekusi program dan memeriksa fungsionalitas dari program. Hasil pengujian dipaparkan dalam Tabel 7, dimana sistem diuji dalam beberapa sistem operasi dengan beberapa ketentuan yang mendukung seperti ketersediaan *Microsoft Net Framework* dan *Crystal Report*.

Tabel 7. Uji fungsionalitas sistem

	Fungsi	Sistem Operasi		
		Win 7 prof	Win 8.1	Win 10
1	Login dengan memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> sesuai dengan hak akses	√	√	√
2	Login sebagai <i>staff</i>			
1	User masuk ke sistem dengan hak akses sebagai <i>staff</i>	√	√	√
2	Staff dapat melihat dan mengelola data padi	√	√	√
3	Staff dapat melihat dan mengelola data nilai	√	√	√
4	Staff dapat melihat hasil pengelompokan	√	√	√
5	Staff dapat melihat dan mengelola distribusi	√	√	√
6	Staff dapat melihat laporan daftar varietas, pengelompokan padi dan daftar distribusi	√	√	√
7	Staff dapat mencetak semua jenis laporan	√	√	√
8	Staff dapat <i>logout</i>	√	√	√
3	Login sebagai administrator			
1	Dapat masuk ke sistem dengan hak akses sebagai administrator	√	√	√
2	Admin dapat melihat dan mengelola data padi	√	√	√
3	Admin dapat melihat dan mengelola data nilai	√	√	√
4	Admin dapat melihat hasil pengelompokan	√	√	√
5	Admin dapat melihat rincian hasil hitung pengelompokan	√	√	√
6	Admin dapat melihat dan mengelola data distribusi	√	√	√
7	Admin dapat melihat laporan padi, kelompok padi dan laporan distribusi	√	√	√
8	Admin dapat mencetak semua jenis laporan	√	√	√
9	Admin dapat melihat, mengelola dan mencetak data user	√	√	√
10	Admin dapat melihat dan mencetak riwayat	√	√	√
11	Admin dapat <i>logout</i>	√	√	√

4.4 Pengujian User

Pengujian dilakukan kepada 13 koresponden yang berhubungan dengan sistem pengambilan keputusan pengelompokan varietas padi unggul yaitu pemulia, bagian administrasi dan staff UPBS, dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian user

	Pertanyaan	B	C	K
1	Apakah tampilan atau antarmuka sistem pendukung keputusan pengelompokan varietas padi unggul menarik untuk digunakan ?	10	3	0
2	Apakah sistem pendukung keputusan pengelompokan varietas padi unggul mudah untuk dioperasikan ?	13	0	0
3	Apakah sistem pendukung keputusan ini dibutuhkan untuk pengelompokan varietas padi unggul ?	9	4	0
4	Apakah sistem pendukung keputusan ini mampu mempersingkat proses/waktu penentuan kelompok varietas padi unggul ?	13	0	0
5	Apakah hasil dari sistem pendukung keputusan ini sudah sesuai dengan sasaran ?	9	4	0
Jumlah		54	11	0
Rata – rata (%)		83.1	16.9	0

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode *K-Means Clustering* bisa diterapkan didalam mendukung pengambilan keputusan pengelompokan varietas unggul padi yang dikelola oleh UPBS BPTP Jawa Timur dengan kriteria umur(hari), tingkat kerontokan, kadar amilosa(%), berat 1000 butir(gram) dan rata-rata hasil panen(t/ha GKG).
2. Dengan metode *K-Means Clustering*, hasil dikelompokkan dalam 3 kategori yaitu Unggul, Sedang dan Kurang, dimana dari 67 data didapatkan hasil 13 varietas padi berkategori Unggul, 33 Sedang dan 21 Kurang yang didapatkan dari hasil iterasi ketiga yaitu iterasi terakhir dalam perhitungannya.
3. Metode *K-Means Clustering* yang ditanamkan dalam sistem berjalan dengan baik dimana ditunjukkan pada pengujian hasil akhir metode dengan tingkat kesesuaian 92.54% untuk perbandingan perhitungan sistem dengan hasil keluaran pakar pertanian UPBS. Sedangkan validasi hasil perhitungan manual dengan sistem didapatkan kesesuaian sebesar 100%.
4. Sistem pendukung keputusan yang dibuat dapat 100% berjalan pada berbagai sistem operasi yaitu *Windows 7 Professional*, *Windows 8.1* dan *Windows 10*.
5. Hasil pengujian dari 13 *user* menunjukkan bahwa 83.1% sistem berjalan dengan baik dan 16.9% sisanya memiliki nilai cukup.
6. Pengujian *user* poin ke 3 telah menjawab rumusan masalah bahwa sistem pendukung keputusan telah mampu membantu proses pengelompokan varietas unggul padi, dengan jumlah 11 koresponden menyatakan sistem dibutuhkan dalam pengambilan keputusan dan sisanya 6 koresponden menilai cukup.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan fitur perbandingan dengan metode *clustering* yang lain.
2. Menambahkan fitur pencarian data padi, data nilai maupun data distribusi.
3. Menambah fitur menu pengaturan *cluster* awal pada hak akses *user* administrator.
4. Menambahkan fitur perekapan stok benih sumber yang mencatat setiap kegiatan keluar masuknya benih di UPBS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jamil, Ali, Satoto, Priatna S., Yuliantoro B., Agus G. dan Suhaman. 2015. *Varietas Unggul Baru Padi*. Sukamandi: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementrian Pertanian.
- [2] Aranda, Josi, dan Natasya, W.A.G. 2016. *Penerapan Metode K-Means Cluster Analysis Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Konsentrasi Untuk Mahasiswa International Class STMIK AMIKOM Yogyakarta*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia STMIK AMIKOM Yogyakarta, ISSN 23022-3805, 6-7 Februari 2016.
- [3] Muklis, Sahirul. 2015. *Sistem Pendukung Keputusan Minat Pemilihan Jurusan SMA Dengan Metode K-Means Cluster Analysis*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia STMIK AMIKOM Yogyakarta, ISSN 2302-3805, 6-8 Februari 2015
- [4] Sugeng, HR. 2001. *Bercocok Tanam Padi*. Semarang: Aneka Ilmu.
- [5] Kusri. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Andi Offset.
- [6] Prasetyo, Eko. 2012. *Data Mining – Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [7] Ong, Johan Oscar. 2013. *Implementasi Algoritma K-Means Clustering untuk Menentukan Strategi Marketing President University*, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, ISSN 1412-6869, Vol. 12, No. 1, Juni 2013.
- [8] Wawancara dengan Bapak Ali Ari Widodo, SP.MP, 10 Oktober 2017, BPTP Jawa Timur.