

KLASIFIKASI RASA BUAH JERUK PONTIANAK BERDASARKAN WARNA KULIT BUAH JERUK MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR

M. Fadhlul Barkah

Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jalan Prof Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak
Telp./Fax.: (0561) 577963
e-mail: Barkah@student.untan.ac.id

Abstrak

Jeruk Pontianak adalah jenis jeruk siam, jeruk Pontianak menjadi salah satu komoditas unggulan tanaman hortikultura di Pontianak. Salah satu faktor dalam menentukan rasa buah jeruk adalah dengan melihat warna kulit buah jeruk. Pola warna pada kulit buah jeruk dapat dijadikan parameter untuk penentuan rasa buah jeruk. Dengan menggunakan pengolahan citra dapat menghasilkan sebuah sistem yang mampu mengklasifikasi rasa buah jeruk berdasarkan warna kulitnya. Data masukan adalah citra jeruk yang diekstraksi, parameter yang digunakan adalah hasil ekstraksi warna RGB pada kulit buah jeruk. Pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera smartphone. Citra yang diambil akan dijadikan sebagai data pelatihan dan data pengujian. Data terdiri 120 buah jeruk yang memiliki rasa manis, asam dan tawar, 90 buah jeruk dijadikan data pelatihan dan 30 buah jeruk sebagai data pengujian. Proses klasifikasi rasa buah jeruk dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor yang diterapkan pada sistem operasi android. Berdasarkan hasil pengujian dari 30 buah jeruk didapatkan nilai k terbaik adalah k = 11 dengan akurasi sebesar 80%.

Kata Kunci: Jeruk Pontianak, *K-Nearest Neighbor*, Klasifikasi, RGB.

1. PENDAHULUAN

Jeruk Pontianak memiliki nama ilmiah *Citrus nobilis* adalah jenis jeruk siam yang telah lama menjadi salah satu komoditas unggulan tanaman hortikultura di Pontianak Kalimantan Barat. Jeruk Pontianak telah terkenal secara luas dan diakui memiliki rasa yang khas, berkulit tipis, manis dengan sedikit rasa asam. Keunggulan jenis jeruk siam ini antara lain popularitasnya yang sudah terkenal baik di dalam negeri [1].

Konsumen buah jeruk seringkali kebingungan dalam menentukan rasa buah jeruk yang akan dibeli sehingga memanfaatkan informasi dari penjual buah jeruk. Namun terkadang informasi yang diberikan tidak sesuai kenyataan yang diinginkan dikarenakan pemilihan buah jeruk masih dilakukan dengan cara

tradisional atau manual sehingga informasi yang diberikan berakhir subjektif dan tidak konsisten. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi yang mampu memberikan informasi dalam menentukan rasa buah jeruk. Salah satu faktor dalam menentukan rasa buah jeruk adalah pola warna kulit buah jeruk, pola warna pada kulit buah jeruk dapat dijadikan parameter penentuan rasa buah apabila digabungkan dengan salah satu bidang kecerdasan buatan, yaitu pengolahan citra. Melalui proses pengolahan citra warna kulit diekstraksi menjadi data numerik berupa nilai warna merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*Blue*). Untuk melakukan klasifikasi rasa buah jeruk digunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Metode *K-Nearest Neighbor* dipilih karena metode ini melakukan proses secara *supervised* (terawasi). Artinya, ada pelatihan yang dilakukan untuk mengetahui masuk ke

dalam kelompok mana data yang akan diklasifikasikan. Prinsip kerja *K-Nearest Neighbor* adalah mencari jarak terdekat antara data yang akan diuji dengan *K* tetangga (*neighbor*) terdekatnya dalam data latih.

Penelitian yang menerapkan metode *K Nearest Neighbor* pada kasus klasifikasi rasa buah dilakukan oleh Nugroho [2] yang berjudul “Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra *Red-Green-Blue* Menggunakan KNN dan LDA”. Variabel yang digunakan R-G dan R-G-B dari citra buah belimbing untuk memprediksi tingkat kemanisan buah belimbing. Pengenalan digunakan untuk mengelompokkan buah belimbing menjadi 3 kelas yaitu manis, sedang dan asam. Pada tahapan pra proses dilakukan reduksi citra dengan menggunakan analisis komponen 2 dimensi (2D-PCA). Hasil yang didapatkan pada penelitian menyatakan bahwa klasifikasi ini dapat digunakan untuk mengklasifikasi belimbing kelas asam dengan tingkat akurasi pada metode KNN dengan variabel R-G sebesar 80% dan R-G-B sebesar 91%.

Penelitian lain yang menerapkan metode *K Nearest Neighbor* dilakukan oleh Sugiyanto [3] “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya (*Carica Papaya*) California (Callina-IPB9) Dalam Ruang Warna HSV dan Algoritma *K Nearest Neighbors*”. Pada penelitian ini sistem dibangun untuk mengklasifikasi kematangan buah pepaya kedalam 3 kelas katogori yaitu mentah, sedang dan matang. Pengujian dengan jumlah *K* tetangga 3 dan jumlah data citra uji 12 data, didapatkan tingkat akurasi KNN sebesar 75%. Pengujian dengan jumlah *K* tetangga 5 dan jumlah data citra uji sebanyak 12 data, didapatkan tingkat akurasi KNN sebesar 83,34%.

Penelitian lainnya yang menerapkan metode *K-Nearest Neighbor* dilakukan oleh Hartiningtyas [4] yang berjudul “Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Buah Dengan Metode *K-Nearest Neighbor* Berbasis Android”. Pada penelitian ini sistem dibangun untuk mengklasifikasi jenis buah mangga yang terdiri dari mangga apel,

mangga bacang, mangga budi raja mangga harum manis dan mangga manalagi. Nilai parameter yang digunakan pada proses klasifikasi adalah luas, panjang diameter vertikal, panjang horizontal dan keliling yang ditentukan pada satuan piksel.

Berdasarkan hasil pengujian dengan jumlah tetangga *K* tetangga 5 pada 25 buah mangga didapat tingkat akurasi sebesar 88%.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Jeruk Siam Pontianak

Jeruk siam merupakan bagian kecil dari sekian banyak spesies jeruk yang sudah dikenal dan dibudidayakan secara luas. Jeruk siam merupakan anggota dari kelompok jeruk keprok yang memiliki nama ilmiah *Citrus Nobilis*. Memiliki nama jeruk siam karena jeruk ini berasal dari Siam (Thailand). Di Thailand, jeruk siam diberi nama Som Kin Wan. Sampai saat ini, belum ada data resmi mengenai kapan dan di mana jeruk siam pertama kali di datangkan di Indonesia. Akan tetapi, ada daerah yang mempunyai catatan yang cukup tentang kisah awal masuknya jeruk siam di wilayahnya, seperti di Kalimantan Barat.

Buah jeruk yang sudah matang memiliki ciri (sifat khusus) ketika dilakukan pemanenan buah. Kriteria buah masak ketika dipanen adalah buah harus dalam keadaan masak optimum (matang 80%), karena setelah dipetik rasa buah tidak akan berubah atau meningkat. Ciri fisik buah yang sudah matang ditandai dengan warna kulit buah mengkilat dan berwarna hijau kekuning-kuningan pada bagian bawah jeruk serta tekstur buah agak lunak [5]. Perbedaan warna jeruk dapat dilihat pada gambar 1.

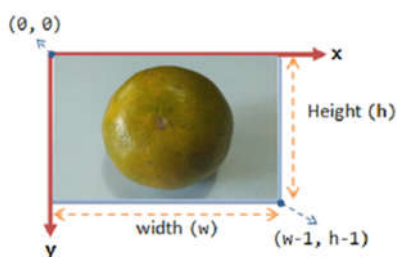


Gambar 1. Perbedaan warna kulit jeruk

2.2. Pengolahan Citra

Citra adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi. Indeks baris dan kolom (x,y) dari sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat. Piksel (0,0) terletak pada sudut kiri atas pada sebuah citra, indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah. Konvensi ini dipakai merujuk pada cara penulisan larik yang digunakan dalam pemrograman komputer. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit, representasi citra dari fungsi *continue* menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*digital image*).

Citra digital merupakan citra yang memiliki fungsi dua variabel, $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat dan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut. Contoh citra digital dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Citra digital

Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue – RGB*)[6].

2.3. OpenCV

OpenCV (*Open Computer Vision*) adalah sebuah *library* bersifat *open source* yang memiliki sejumlah algoritma *computer vision* atau pengolahan citra didalamnya. *Computer vision* sendiri merupakan salah satu cabang dari bidang ilmu pengolahan citra (*image Processing*) yang memungkinkan

perangkat lunak untuk dapat melihat seperti halnya manusia. Dengan *vision* tersebut perangkat lunak dapat mengambil keputusan, melakukan aksi atau mengenali suatu objek. Beberapa implementasi dari *computer vision* adalah *face recognition*, *face detection*, *color detection* dan sebagainya.

OpenCV telah dibangun untuk menyediakan sebuah infrastruktur umum untuk beberapa aplikasi *computer vision* dan untuk mempercepat penggunaan dari mesin persepsi dalam produk komersial. OpenCV mempermudah bisnis-bisnis untuk memanfaatkan dan memodifikasi kode. *Library* OpenCV mempunyai lebih dari 2500 algoritma yang telah dioptimalkan dimana meliputi sebuah himpunan menyeluruh dari keduanya yaitu klasik dan seni beberapa algoritma *computer vision* dan *machine learning*. Algoritma-algoritma tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah, mengidentifikasi obyek, mengklasifikasi tindakan manusia dalam video, mengikuti jejak perpindahan obyek, mengekstrak model-model 3D objek, menghasilkan titik awan 3D dari kamera stereo, dan lain sebagainya [7].

2.4. K-Nearest Neighbour

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut.

Ada banyak cara untuk mengukur jarak kedekatan antara data baru dengan data lama (*data training*), diantaranya *Euclidean distance* dan *manhattan distance* (*city block distance*) yang sering digunakan adalah *euclidean distance*, yaitu : tidak setara dengan relevansinya terhadap klasifikasi. [8].

Algoritma *K-Nearest Neighbor* bersifat sederhana, bekerja dengan berdasarkan pada jarak terpendek dari sampel uji (*testing sample*) ke sampel latih (*training sample*) untuk menentukan *K-Nearest Neighbor* nya. Setelah mengumpulkan *K-Nearest Neighbor*, kemudian diambil mayoritas dari *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk dijadikan prediksi

dari sample uji. *K-Nearest Neighbor* memiliki beberapa kelebihan yaitu tangguh terhadap *training data* yang *noise* dan efektif apabila data latihnya besar. Pada fase *training*, algoritma ini hanya melakukan penyimpanan vektor-vektor fitur dan klasifikasi data *training sample*. Pada fase klasifikasi, fitur-fitur yang sama dihitung untuk *testing data* atau yang klasifikasinya tidak diketahui. Jarak dari vektor baru yang ini terhadap seluruh vektor *training sample* dihitung dan sejumlah k buah yang paling dekat diambil. Titik yang baru klasifikasinya diprediksikan termasuk pada klasifikasi terbanyak dari titik-titik tersebut. Ketepatan algoritma *K-Nearest Neighbor* sangat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya fitur-fitur yang tidak relevan atau jika bobot fitur tersebut.

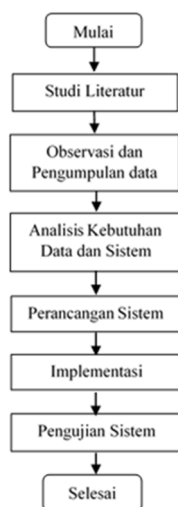
$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

- x = nilai data uji
- y = nilai data latih
- n = dimensi data
- i = variabel data

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan kerja, adapun tahapan kerja yang dilakukan untuk mencapai tujuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Metode penelitian

3.1. Studi Literatur

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah studi literatur dan studi observasi.

1. Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan *K Nearest Neighbour*, dan Bahasa Pemrograman Java dan javascript. Penulis menggunakan literatur buku dan media online serta wawancara ke petani jeruk yang dapat mendukung penyusunan tugas akhir.

2. Studi Observasi

Metode ini dilakukan dengan pengumpulan data secara langsung ke perkebunan jeruk di Kecamatan Tebas, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat untuk melakukan penelitian dan menerapkannya.

3.2. Observasi Pengumpulan Data

Pengumpulan data diambil dari perkebunan jeruk Kecamatan Tebas, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat sebanyak 120 buah jeruk yang dipilih langsung oleh petani jeruk. Data dikumpulkan untuk proses pelatihan dan pengujian dengan metode *K Nearest Neighbour*, karena semakin banyak data yang dapat dilatih, semakin baik pula sistem dalam penyelesaian masalah.

3.3. Analisis Kebutuhan Data Dan Sistem

Proses analisis penelitian memerlukan 3 (tiga) bagian yaitu analisis masalah, analisis pemecahan dan analisis kebutuhan.

1. Analisis Masalah

Tahap ini merupakan tahap analisis masalah mengenai bagaimana ciri warna kulit jeruk yang memiliki rasa manis, asam dan tawar, sehingga akan dijadikan data masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang akan dioalah menggunakan program

berbasis Android dengan menggunakan metode *K Nearest Neighbour*.

2. Analisis Pemecahan

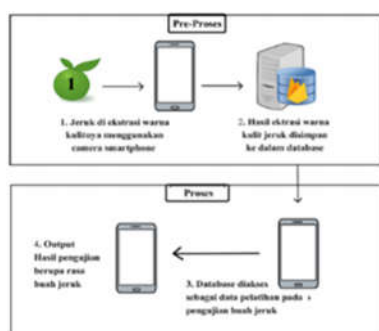
Mencari solusi atau cara untuk pemecahan masalah mengenai bagaimana ciri warna kulit jeruk yang memiliki rasa manis, asam dan tawar. Data yang digunakan adalah hasil ekstraksi warna kulit jeruk sebagai data masukan (*input*) dan rasa jeruk sebagai data keluaran (*output*).

3. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan ini dibutuhkan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) dan tempat penelitian.

3.4. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini, komponen sistem dirancang dengan tujuan untuk memudahkan dan mengefisienkan kinerja serta memberikan gambaran umum tentang klasifikasi rasa buah jeruk berdasarkan warna kulit buah jeruk. Sistem ini bekerja dengan melakukan pengelompokkan terhadap objek berbentuk citra. Objek yang digunakan adalah citra warna kulit buah jeruk. Citra yang digunakan adalah hasil ekstraksi warna kulit buah jeruk terdiri dari warna merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*) yang nantinya dijadikan atribut pada proses klasifikasi rasa buah jeruk. Rancangan sistem secara umum dapat dilihat pada gambar 4.

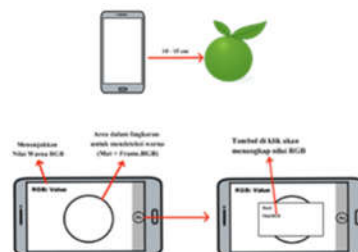


Gambar 4. Alur Sistem Secara Umum

3.4.1. Pre-Proses

Pada tahap pre-proses yang pertama dilakukan adalah memberi label nomor pada buah jeruk, kemudian proses ekstraksi warna kulit buah jeruk. Untuk melakukan ekstraksi warna kulit jeruk digunakan metode deteksi

warna (*color detection*) pada *library OpenCv*. Hasil deteksi warna adalah nilai warna merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*) yang akan dijadikan data masukan kemudian di proses menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*. Perancangan pada sistem untuk ekstraksi warna dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Ekstraksi Warna Kulit jeruk

1. Bagian yang ekstrasi warnanya adalah bagian bawah jeruk. Tujuan dari ekstraksi warna kulit bawah jeruk agar tidak membuat pengguna aplikasi bingung bagian mana dari jeruk yang akan di scan serta bagian warna kulit bawah jeruk merupakan cara petani melihat mana jeruk yang memiliki rasa manis, asam dan tawar.
2. Pada layar smartphone diberi bidikan (*crosshair*) berbentuk lingkaran untuk membatasi area yang akan dideteksi warnanya.
3. Jarak antara smartphone ke jeruk 10 sampai 15 cm, bagian bawah jeruk harus memenuhi area lingkaran bidikan.
4. Ketika tombol di tekan, sistem akan menangkap nilai warna yang terdapat didalam area bidikan lingkaran.

Hasil ekstraksi warna kulit jeruk berupa nilai warna merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*) berjumlah 90 buah jeruk sebagai data latih dan 30 buah jeruk sebagai data uji sehingga total data adalah 120 buah jeruk. Nilai dari ekstraksi warna kulit jeruk yang sudah di ekstraksi warnanya. Setelah melakukan ekstraksi selanjutnya adalah menentukan rasa buah jeruk.

Pada penelitian ini terdapat 3 rasa jeruk yaitu manis, asam dan tawar. Dari 120 data jeruk yang dikumpulkan kemudian

dirasakan 1 per 1 buah jeruk, dibutuhkan 10 orang untuk mencicipi jeruk agar perbedaan rasa pada setiap jeruk menjadi lebih objektif. Hasil dari ekstrasi warna kulit jeruk dan rasa jeruk kemudian disimpan ke dalam database.

3.4.2. Proses

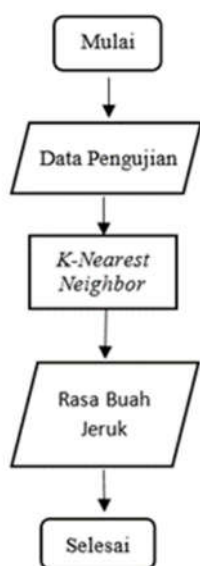
Pada tahap proses, hasil data ekstrasi yang tersimpan pada *database* di akses melalui *smartphone*. Nilai-nilai data akan menjadi data latih untuk proses pengujian klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Hasil pengujian berupa klasifikasi rasa jeruk yaitu manis, asam dan tawar.

3.5. Perancang Perangkat Lunak

Perancangan Perangkat lunak merupakan gambaran alur dari sistem yang akan dibuat. Pada sistem klasifikasi rasa buah jeruk Pontianak terdapat 2 entitas yang terdiri dari *user* dan *admin*.

3.5.1. User

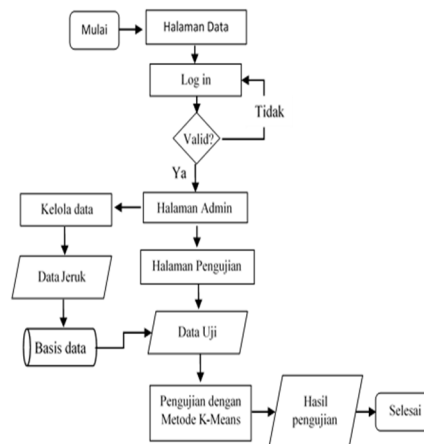
User dapat melakukan pengujian buah jeruk melalui halaman kamera. *User* memasukkan data dari sistem kemudian sistem memproses data *input* dengan data latih menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Hasil proses berupa keluaran kelas klasifikasi rasa buah. *Flowchart user* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Flowchart User*

3.5.2. Admin

Flowchart admin dapat dilihat pada gambar 7.



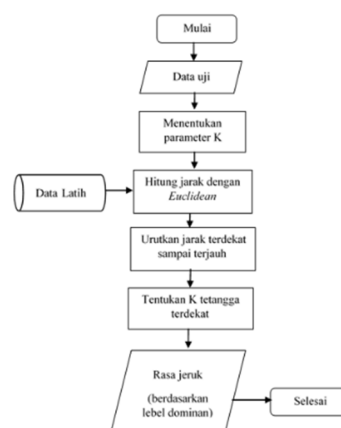
Gambar 7. *Flowchart Admin*

Proses dimulai dari halaman data apabila ingin masuk ke halaman admin maka harus *login* terlebih dahulu, apabila data valid maka akan menuju halaman admin jika tidak valid akan kembali menuju halaman *login*.

Halaman admin dapat mengelola data seperti menambah data, merubah data serta menghapus data, data tersimpan pada *database* data latih. Pada halaman pengujian admin menginputkan data uji kemudian di proses dengan data pelatihan yang ada pada *database* menggunakan metode *K Nearest Neighbour*, hasil keluaran berupa rasa buah jeruk.

3.6. Pengujian Data

Flowchart pengujian data dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. *Flowchart Pengujian Data*

Tahap Pengujian pada klasifikasi rasa buah jeruk Pontianak berdasarkan warna kulit buah jeruk menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dilakukan untuk mendapatkan hasil klasifikasi rasa buah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementai Antarmuka Aplikasi



Gambar 9. Halaman Utama

Pada gambar 9 merupakan halaman utama menampilkan 3 buah tombol yaitu kamera, tutorial dan data. Jika memilih tombol kamera maka akan masuk ke halaman kamera, tombol tutorial akan masuk ke halaman tutorial dan data akan masuk ke halaman data.

| ID | Red | Green | Blue | Rasa |
|----|-----|-------|------|-------|
| 1 | 137 | 112 | 74 | Manis |
| 2 | 125 | 103 | 65 | Manis |
| 3 | 135 | 80 | 28 | Manis |
| 4 | 153 | 110 | 24 | Manis |
| 5 | 123 | 96 | 23 | Manis |
| 6 | 127 | 107 | 40 | Manis |
| 7 | 109 | 92 | 72 | Manis |
| 8 | 112 | 100 | 44 | Manis |
| 9 | 116 | 106 | 56 | Manis |
| 10 | 104 | 90 | 42 | Manis |

Gambar 10. Halaman Admin

Pada halaman admin berisikan tombol tambah data, tombol uji dan latih, tabel data jeruk serta tombol *logout*. Apabila tombol tambah data di tekan akan muncul *pop up* untuk menambah data yang terdiri dari 4 buah *input box* serta 1 *spinner*. Terdapat tombol gunakan kamera, simpan dan batal, apabila menekan tombol gunakan kamera makan akan menuju halaman tambah data menggunakan kamera. *Pop up* tambah data dapat dilihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Tambah Data

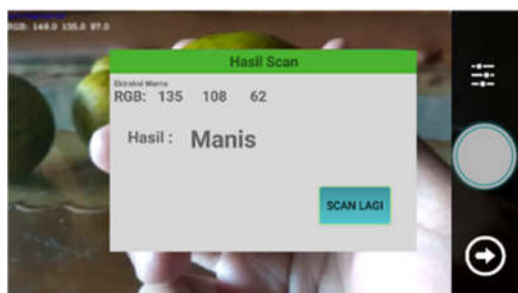
Halaman kamera merupakan halaman penentuan rasa buah jeruk yang dapat digunakan oleh *user*. Gambar 12 menunjukkan tampilan halaman kamera.



Gambar 12. Halaman Kamera

Pada gambar 12 merupakan tampilan halaman kamera, terdapat lingkaran pada layar untuk mendeteksi warna. Pada halaman kamera memiliki 3 buah tombol yaitu tombol *size*, *back* dan *scan*. Ketika tombol *scan* di tekan akan muncul *pop up*

hasil *scan* berupa nilai warna serta rasa buah jeruk.



Gambar 13. Pop Up Hasil Scan

Gambar 13 merupakan tampilan *pop up* hasil *scan* yang terdiri dari informasi warna serta rasa buah jeruk. Terdapat tombol *scan* lagi, apabila ditekan maka *pop up* hasil *scan* akan menghilang.

4.2. Data Pelatihan dan Pengujian

Pada sistem klasifikasi rasa buah jeruk untuk berdasarkan warna kulit jeruk membutuhkan target keluaran sebagai pembandingan untuk menentukan keberhasilan pembelajaran. Data keluaran dibutuhkan pada proses pembelajaran agar sistem penentuan rasa jeruk dapat memberikan hasil yang optimal. Pada penelitian ini data keluaran adalah rasa jeruk, yaitu manis, asam dan tawar. Dari 120 yang dikumpulkan kemudian dirasakan 1 per 1 buah jeruk, dibutuhkan 10 orang untuk mencicipi jeruk agar perbedaan rasa pada setiap jeruk menjadi lebih objektif. Hasil dari rasa jeruk yang sudah dicicipi.

Data pelatihan dalam penelitian ini merupakan hasil ekstraksi warna buah jeruk yang disimpan ke dalam *datbase*. Data pelatihan terdiri dari 90 buah jeruk yang terdiri dari *red*, *green*, *blue* dan rasa.

Tabel 1. Tabel Data Pelatihan

| No | Red | Green | Blue | Rasa |
|----|-----|-------|------|-------|
| 1 | 137 | 112 | 74 | Manis |
| 2 | 137 | 112 | 74 | Manis |
| 3 | 125 | 103 | 65 | Manis |
| 4 | 135 | 80 | 28 | Manis |
| 5 | 153 | 110 | 24 | Manis |
| 6 | 123 | 96 | 23 | Manis |

Tabel 1. Tabel Data Pelatihan (Lanjutan)

| No | Red | Green | Blue | Rasa |
|----|-----|-------|------|-------|
| 7 | 127 | 107 | 40 | Manis |
| 8 | 109 | 92 | 72 | Manis |
| 9 | 112 | 100 | 44 | Manis |
| 10 | 104 | 90 | 42 | Manis |
| 11 | 122 | 88 | 38 | Manis |
| 12 | 116 | 108 | 56 | Manis |
| 13 | 126 | 89 | 39 | Manis |
| 14 | 119 | 109 | 34 | Manis |
| 15 | 123 | 91 | 38 | Manis |
| 16 | 174 | 162 | 102 | Manis |
| 17 | 102 | 79 | 22 | Manis |
| 18 | 125 | 105 | 46 | Manis |
| 19 | 112 | 89 | 22 | Manis |
| 20 | 120 | 104 | 46 | Manis |
| 21 | 130 | 95 | 14 | Manis |
| 22 | 107 | 81 | 52 | Manis |
| 23 | 156 | 152 | 96 | Manis |
| 24 | 107 | 62 | 15 | Manis |
| 25 | 104 | 82 | 40 | Manis |
| 26 | 110 | 86 | 35 | Manis |
| 27 | 175 | 152 | 110 | Manis |
| 28 | 111 | 88 | 42 | Manis |
| 29 | 132 | 106 | 46 | Manis |
| 30 | 115 | 102 | 24 | Manis |
| 31 | 110 | 115 | 19 | Asam |
| 32 | 116 | 118 | 13 | Asam |
| 33 | 20 | 39 | 0 | Asam |
| 34 | 108 | 154 | 14 | Asam |
| 35 | 93 | 102 | 27 | Asam |
| 36 | 58 | 134 | 4 | Asam |
| 37 | 121 | 152 | 16 | Asam |
| 38 | 78 | 72 | 0 | Asam |
| 39 | 113 | 116 | 20 | Asam |
| 40 | 88 | 110 | 20 | Asam |
| 41 | 100 | 120 | 28 | Asam |
| 42 | 141 | 144 | 64 | Asam |
| 43 | 57 | 86 | 2 | Asam |
| 44 | 107 | 114 | 7 | Asam |
| 45 | 101 | 129 | 20 | Asam |
| 46 | 76 | 71 | 15 | Asam |
| 47 | 87 | 96 | 0 | Asam |
| 48 | 115 | 123 | 2 | Asam |
| 49 | 75 | 79 | 2 | Asam |
| 50 | 74 | 75 | 12 | Asam |
| 51 | 115 | 123 | 2 | Asam |
| 52 | 75 | 79 | 2 | Asam |
| 53 | 104 | 95 | 8 | Asam |
| 54 | 70 | 72 | 5 | Asam |
| 55 | 101 | 107 | 15 | Asam |
| 56 | 93 | 87 | 6 | Asam |
| 57 | 81 | 78 | 7 | Asam |

Tabel 1. Tabel Data Pelatihan (Lanjutan)

| No | Red | Green | Blue | Rasa |
|----|-----|-------|------|-------|
| 58 | 81 | 74 | 26 | Asam |
| 59 | 103 | 102 | 33 | Asam |
| 60 | 101 | 95 | 47 | Asam |
| 61 | 73 | 132 | 2 | Tawar |
| 62 | 87 | 128 | 16 | Tawar |
| 63 | 63 | 113 | 21 | Tawar |
| 64 | 95 | 151 | 28 | Tawar |
| 65 | 89 | 128 | 52 | Tawar |
| 66 | 75 | 100 | 13 | Tawar |
| 67 | 75 | 112 | 11 | Tawar |
| 68 | 84 | 138 | 13 | Tawar |
| 69 | 99 | 138 | 4 | Tawar |
| 70 | 73 | 120 | 15 | Tawar |
| 71 | 94 | 147 | 37 | Tawar |
| 72 | 92 | 124 | 0 | Tawar |
| 73 | 104 | 125 | 5 | Tawar |
| 74 | 93 | 116 | 52 | Tawar |
| 75 | 96 | 123 | 31 | Tawar |
| 76 | 75 | 82 | 29 | Tawar |
| 77 | 81 | 102 | 42 | Tawar |
| 78 | 99 | 141 | 13 | Tawar |
| 79 | 104 | 141 | 56 | Tawar |
| 80 | 110 | 154 | 10 | Tawar |
| 81 | 91 | 59 | 33 | Tawar |
| 82 | 107 | 167 | 13 | Tawar |
| 83 | 103 | 127 | 9 | Tawar |
| 84 | 104 | 141 | 56 | Tawar |
| 85 | 110 | 154 | 10 | Tawar |
| 86 | 99 | 141 | 13 | Tawar |
| 87 | 70 | 107 | 23 | Tawar |
| 88 | 92 | 133 | 5 | Tawar |
| 89 | 79 | 112 | 18 | Tawar |
| 90 | 115 | 133 | 25 | Tawar |

Data pengujian terdiri dari 30 buah jeruk dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Pengujian

| No | Red | Green | Blue | Rasa |
|----|-----|-------|------|-------|
| 1 | 117 | 105 | 81 | Manis |
| 2 | 125 | 115 | 15 | Manis |
| 3 | 131 | 74 | 31 | Manis |
| 4 | 116 | 110 | 63 | Manis |
| 5 | 131 | 107 | 40 | Manis |
| 6 | 124 | 112 | 28 | Manis |
| 7 | 142 | 135 | 60 | Manis |

Tabel 2. Data Pengujian (Lanjutan)

| No | Red | Green | Blue | Rasa |
|----|-----|-------|------|-------|
| 8 | 117 | 114 | 28 | Manis |
| 9 | 100 | 126 | 48 | Manis |
| 10 | 115 | 117 | 25 | Manis |
| 11 | 65 | 120 | 5 | Asam |
| 12 | 109 | 107 | 15 | Asam |
| 13 | 89 | 102 | 7 | Asam |
| 14 | 68 | 93 | 7 | Asam |
| 15 | 118 | 102 | 12 | Asam |
| 16 | 95 | 87 | 23 | Asam |
| 17 | 86 | 80 | 17 | Asam |
| 18 | 100 | 102 | 20 | Asam |
| 19 | 27 | 43 | 2 | Asam |
| 20 | 90 | 86 | 7 | Asam |
| 21 | 105 | 100 | 21 | Asam |
| 22 | 75 | 120 | 4 | Tawar |
| 23 | 70 | 125 | 25 | Tawar |
| 24 | 90 | 145 | 10 | Tawar |
| 25 | 115 | 122 | 7 | Tawar |
| 26 | 87 | 133 | 21 | Tawar |
| 27 | 109 | 152 | 5 | Tawar |
| 28 | 93 | 125 | 19 | Tawar |
| 29 | 100 | 119 | 3 | Tawar |
| 30 | 88 | 147 | 0 | Tawar |

4.3. Perhitungan Manual K-NN

Pada sub bab ini, akan dibahas mengenai simulasi perhitungan klasifikasi menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*. Langkah pertama proses klasifikasi dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* adalah menentukan parameter K, yaitu 11. Selanjutnya perhitungan jarak dengan rumus *Euclidean*. Sebagai contoh, data Pengujian yang digunakan memiliki data sebagai berikut:

Tabel 3. Contoh Data

| Data | Red | Green | Blue |
|------|-----|-------|------|
| 1 | 117 | 105 | 81 |

Perhitungan jarak antara data pengujian dengan data pelatihan (tabel 1) menggunakan rumus *Euclidean*.

$$d_{1_1} = \sqrt{(117 - 137)^2 + (105 - 112)^2 + (81 - 74)^2} = 22.315$$

$$d_{1_2} = \sqrt{(117 - 125)^2 + (105 - 103)^2 + (81 - 65)^2} = 18$$

$$d_{1_3} = \sqrt{(117 - 135)^2 + (105 - 80)^2 + (81 - 20)^2} = 61.303$$

... ..

... ..

$$d_{1_{89}} = \sqrt{(117 - 79)^2 + (105 - 112)^2 + (81 - 18)^2} = 73.905$$

$$d_{1_{90}} = \sqrt{(117 - 115)^2 + (105 - 133)^2 + (81 - 25)^2} = 62.641$$

Hasil perhitungan jarak dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jarak

| Data | Jarak | Rasa |
|------|---------|-------|
| D1 | 22.315 | Manis |
| D2 | 18 | Manis |
| D3 | 61.302 | Manis |
| D4 | 67.601 | Manis |
| D5 | 59 | Manis |
| D6 | 42.249 | Manis |
| D7 | 17.720 | Manis |
| D8 | 37.669 | Manis |
| D9 | 25.039 | Manis |
| D10 | 43.760 | Manis |
| D11 | 46.508 | Manis |
| D12 | 25.199 | Manis |
| D13 | 45.836 | Manis |
| D14 | 47.212 | Manis |
| D15 | 45.617 | Manis |
| D16 | 83.300 | Manis |
| D17 | 66.196 | Manis |
| D18 | 35.902 | Manis |
| D19 | 61.335 | Manis |
| D20 | 35.142 | Manis |
| D21 | 68.978 | Manis |
| D22 | 38.948 | Manis |
| D23 | 62.888 | Manis |
| D24 | 79.404 | Manis |
| D25 | 48.774 | Manis |
| D26 | 50.259 | Manis |
| D27 | 80.087 | Manis |
| D28 | 42.965 | Manis |
| D29 | 38.091 | Manis |
| D30 | 57.113 | Manis |
| D31 | 63.190 | Asam |
| D32 | 69.238 | Asam |
| D33 | 142.569 | Asam |
| D34 | 83.492 | Asam |
| D35 | 59.169 | Asam |
| D36 | 101.247 | Asam |
| D37 | 80.311 | Asam |
| D38 | 95.765 | Asam |
| D39 | 62.112 | Asam |
| D40 | 67.727 | Asam |
| D41 | 57.645 | Asam |
| D42 | 48.846 | Asam |
| D43 | 101.005 | Asam |
| D44 | 75.213 | Asam |
| D45 | 67.467 | Asam |
| D46 | 84.811 | Asam |
| D47 | 86.844 | Asam |
| D48 | 81.049 | Asam |
| D49 | 93.171 | Asam |
| D50 | 86.660 | Asam |
| D51 | 81.049 | Asam |
| D52 | 93.171 | Asam |
| D53 | 74.819 | Asam |
| D54 | 95.257 | Asam |
| D55 | 67.941 | Asam |
| D56 | 80.777 | Asam |
| D57 | 86.608 | Asam |
| D58 | 72.677 | Asam |
| D59 | 50.089 | Asam |
| D60 | 38.848 | Asam |
| D61 | 94.371 | Tawar |
| D62 | 75.193 | Tawar |
| D63 | 81.117 | Tawar |
| D64 | 73.545 | Tawar |
| D65 | 46.411 | Tawar |
| D66 | 80.081 | Tawar |
| D67 | 81.932 | Tawar |
| D68 | 82.474 | Tawar |
| D69 | 85.685 | Tawar |
| D70 | 80.727 | Tawar |
| D71 | 65.030 | Tawar |
| D72 | 86.873 | Tawar |
| D73 | 79.655 | Tawar |
| D74 | 39.217 | Tawar |
| D75 | 57.140 | Tawar |
| D76 | 70.689 | Tawar |
| D77 | 53.160 | Tawar |
| D78 | 79.018 | Tawar |
| D79 | 45.716 | Tawar |
| D80 | 86.550 | Tawar |

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jarak (Lanjutan)

| Data | Jarak | Rasa |
|------|--------|-------|
| D81 | 71.386 | Tawar |
| D82 | 92.563 | Tawar |
| D83 | 76.576 | Tawar |
| D84 | 45.716 | Tawar |
| D85 | 86.550 | Tawar |
| D86 | 79.018 | Tawar |
| D87 | 74.679 | Tawar |
| D88 | 84.764 | Tawar |
| D89 | 73.905 | Tawar |
| D90 | 62.641 | Tawar |

Langkah Selanjutnya adalah mengurutkan hasil perhitungan jarak terkecil hingga terbesar. Hasil pengurutan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengurutan

| Data | Jarak | Rasa |
|------|--------|-------|
| D7 | 17.720 | Manis |
| D2 | 18 | Manis |
| D1 | 22.315 | Manis |
| D9 | 25.039 | Manis |
| D12 | 25.199 | Manis |
| D20 | 35.142 | Manis |
| D18 | 35.902 | Manis |
| D8 | 37.669 | Manis |
| D29 | 38.091 | Manis |
| D60 | 38.884 | Tawar |
| D22 | 38.948 | Manis |
| D74 | 39.217 | Tawar |
| D6 | 42.249 | Manis |
| D28 | 42.965 | Manis |
| D10 | 43.760 | Manis |
| D15 | 45.617 | Manis |
| D79 | 45.716 | Tawar |
| D84 | 45.716 | Tawar |
| D13 | 45.836 | Manis |
| D65 | 46.411 | Tawar |
| D11 | 46.508 | Manis |
| D14 | 47.212 | Manis |
| D25 | 48.774 | Manis |
| D42 | 48.846 | Asam |
| D59 | 50.089 | Asam |
| D26 | 50.259 | Manis |
| D77 | 53.160 | Tawar |
| D30 | 57.113 | Manis |
| D75 | 57.140 | Tawar |
| D41 | 57.645 | Asam |
| D5 | 59 | Manis |
| D35 | 59.169 | Asam |
| D3 | 61.302 | Manis |
| D19 | 61.335 | Manis |
| D39 | 62.112 | Asam |
| D90 | 62.641 | Tawar |
| D23 | 62.888 | Manis |
| D31 | 63.190 | Asam |
| D71 | 65.030 | Tawar |
| D17 | 66.196 | Manis |
| D45 | 67.475 | Asam |
| D4 | 67.601 | Manis |
| D40 | 67.727 | Asam |
| D55 | 67.941 | Asam |
| D21 | 68.978 | Manis |
| D32 | 69.238 | Asam |
| D76 | 70.689 | Tawar |
| D81 | 71.386 | Tawar |
| D58 | 72.677 | Asam |
| D64 | 73.545 | Tawar |
| D89 | 73.905 | Asam |
| D87 | 74.679 | Asam |
| D53 | 74.819 | Asam |
| D62 | 75.193 | Tawar |
| D44 | 75.213 | Asam |
| D83 | 76.576 | Tawar |
| D78 | 79.018 | Tawar |
| D86 | 79.018 | Tawar |
| D24 | 79.404 | Manis |
| D73 | 79.655 | Tawar |
| D66 | 80.081 | Tawar |
| D27 | 80.087 | Manis |
| D37 | 80.311 | Asam |
| D70 | 80.727 | Tawar |
| D56 | 80.777 | Asam |
| D48 | 81.049 | Asam |
| D51 | 81.049 | Asam |
| D63 | 81.117 | Tawa |
| D67 | 81.932 | Tawar |
| D68 | 82.474 | Tawar |
| D16 | 83.300 | Manis |
| D34 | 83.492 | Asam |
| D88 | 84.764 | Tawar |
| D46 | 84.811 | Asam |
| D69 | 85.685 | Tawar |
| D80 | 86.550 | Tawar |
| D85 | 86.550 | Tawar |
| D57 | 86.608 | Asam |

Tabel 5. Hasil Pengurutan (Lanjutan)

| Data | Jarak | Rasa |
|------|---------|-------|
| D50 | 86.660 | Asam |
| D47 | 86.844 | Asam |
| D72 | 86.873 | Tawar |
| D82 | 92.563 | Tawar |
| D49 | 93.171 | Asam |
| D52 | 93.171 | Asam |
| D61 | 94.371 | Tawar |
| D54 | 95.257 | Asam |
| D38 | 95.765 | Asam |
| D43 | 101.005 | Asam |
| D36 | 101.247 | Asam |
| D33 | 142.569 | Asam |

Melalui data yang telah diurutkan, ditentukan jarak terdekat sampai urutan ke-K, yaitu 11 data dengan nilai terkecil. Nilai 11 dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang paling baik. Data dalam rentang nilai K dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. K tetangga terdekat

| K= | Data | Jarak | Rasa |
|----|------|--------|-------|
| 1 | 7 | 17.720 | Manis |
| 2 | 2 | 18 | Manis |
| 3 | 1 | 22.316 | Manis |
| 4 | 9 | 25.040 | Manis |
| 5 | 12 | 25.199 | Manis |
| 6 | 20 | 35.143 | Manis |
| 7 | 18 | 35.903 | Manis |
| 8 | 8 | 37.670 | Manis |
| 9 | 29 | 38.092 | Manis |
| 10 | 60 | 38.884 | Tawar |
| 11 | 22 | 38.949 | Manis |

4.4 Tahap Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem dalam klasifikasi rasa buah jeruk Pontianak berdasarkan warna kulit buah jeruk. Hasil pengujian dari 30 buah data jeruk dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian

| K = | Jumlah Data Pengujian | Benar | Salah | Akurasi (%) |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------------|
| 3 | 30 | 22 | 8 | 73.33 |
| 5 | 30 | 23 | 7 | 76.66 |

Tabel 6. K tetangga terdekat (Lanjutan)

| K = | Jumlah Data Pengujian | Benar | Salah | Akurasi (%) |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------------|
| 7 | 30 | 23 | 7 | 76.66 |
| 9 | 30 | 23 | 7 | 76.66 |
| 11 | 30 | 24 | 6 | 80 |
| 13 | 30 | 24 | 6 | 80 |
| 15 | 30 | 24 | 6 | 80 |
| 17 | 30 | 23 | 7 | 76.66 |
| 19 | 30 | 23 | 7 | 76.66 |

Dari hasil pengujian didapatkan nilai K=11, 13 dan 15 sama-sama menghasilkan ketepatan sebanyak 24 dari 30 data atau akurasi sebesar 80%. Sehingga nilai K terbaik yang digunakan pada aplikasi adalah 11, karena nilai presentase terbaik serta memiliki nilai K yang lebih kecil dibandingkan dengan K 13 dan 15. Untuk tingkat kegagalan pada pengujian mayoritas terjadi untuk rasa asam dan tawar, hal ini dikarenakan nilai hasil ekstraksi warna kulit pada warna hijau untuk buah dengan rasa asam dan tawar memiliki nilai yang hampir sama.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian terhadap aplikasi penentu rasa buah jeruk Pontianak menggunakan metode *K- Nearest Neighbor*, maka kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil ekstraksi warna kulit jeruk dalam menentukan rasa buah jeruk didapatkan nilai rata-rata untuk rasa manis *red*=120.916, *green*=99.5, *blue*=37.875, rasa asam *red*=92.588, *green*=110.117, *blue*=15.823, dan rasa tawar *red*=85.176, *green*=122.294, *blue*=21.823.
2. Berdasarkan hasil pengujian dari 30 buah jeruk didapatkan nilai k terbaik adalah k = 11 dengan akurasi sebesar 80%.

6. Saran

Adapun yang menjadi saran untuk pengembangan aplikasi penentu rasa buah

jeruk Pontianak agar menjadi lebih baik kedepannya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan parameter data masukan yang digunakan seperti metode deteksi tepi, bentuk dan tekstur, sehingga dapat membedakan objek jeruk dan bukan jeruk.
2. Metode klasifikasi yang digunakan dapat diganti dengan metode pengklasifikasian lainnya sehingga bisa dijadikan bahan perbandingan, serta objeknya dapat diganti dengan buah lain seperti belimbing, mangga, dan pepaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Setiawan, A. 1992.** *Jeruk Siam*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] **Nugroho, R., Nursita A., dan Supriyanto. 2013.** *Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra Red-Green-Blue Menggunakan KNN dan LDA*. Bogor: Program Studi Teknik Informatika Universitas Pakuan Bogor
- [3] **Sugiyanto, S., dan Feri W. 2015.** *Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya (Carica Papaya) California (Callina-IPB9) Dalam Ruang Warna HSV dan Algoritma K Nearest Neighbors*. Purwokerto: ISBN 978-602-14355-0 -2.
- [4] **Hartiningtyas, S., Ikhwan R., dan Rahmi H. (2018).** *Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Buah Dengan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Android*. Pontianak: ISSN 2338-493X.
- [5] **Pertanian, D. 2014.** *Prospek Menguntungkan Investasi Budidaya Jeruk Borneo Prima*. Samarinda: Departemen Pertanian.
- [6] **Ahmad, U. 2005.** *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] **Laganiere, R. 2011.** *OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook. 1st ed.* Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- [8] **Alfian. 2014.** *K-Nearest Neighbor Information Retrieval*. Surabaya.