



RESUME JURNAL DENGAN TEMA COMPUTER VISSION

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memenuhi Ujian Akhir Semester
Mata Kuliah Computer Vision Program Studi DIII Teknik Komputer

Dosen Pengampu : Rosyid Mustofa M.Kom

Oleh :

Nama : Dwi Nur Khumaeroh

NIM : 18041172

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KOMPUTER
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA TEGAL
2020**

1.

| | |
|----------------------|--|
| Penulis | Najirah Umar Jurusan Teknik Informatika, STMIK Handayani Makassar |
| Judul | APLIKASI COMPUTER VISION UNTUK PENENTUAN POSISI OBJEK SIMETRIS PADA RUANG TIGA DIMENSI. |
| Tujuan Penelitian | Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi pengambilan dan pengolahan gambar yang dicapture oleh webcam dan mengolahnya dengan menggunakan citra gray scale dan citra biner untuk menentukan posisi objek. Aplikasi menggunakan bahasa pemrograman delphi dan dirancang untuk mengelompokkan pixel-pixel objek menjadi wilayah (region) yang merepresentasikan objek serta mampu membedakan antara objek dan latar gambar digital. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium STMIK Handayani Makassar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan. Sampel data diperoleh dari hasil pengujian sistem, dianalisis dengan model use-case, dan urutan operasi. Berdasarkan analisis tersebut dibuat model desain dan implementasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dibangun dapat digunakan untuk menentukan posisi objek simetris pada ruang tiga dimensi. |
| BAB I Pendahuluan | <p>Computer Vision (komputer visi) merupakan ilmu pengetahuan dan teknologi dari mesin yang melihat. Dalam aturan pengetahuan, komputer visi berhubungan dengan teori yang digunakan untuk membangun sistem kecerdasan buatan yang membutuhkan informasi dari citra (gambar). Data citranya dapat dalam berbagai bentuk, misalnya urutan video, pandangan dari beberapa kamera, data multi dimensi yang di dapat dari hasil pemindaian medis.</p> <p>Fungsi dan Penerapan Computer Vision</p> <p>Sebagai teknologi disiplin, visi komputer berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem visi komputer. Contoh aplikasi visi komputer mencakup sistem untuk :</p> <p>Pengendalian Proses (misalnya sebuah robot industri atau kendaraan otonom).</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>Mendeteksi peristiwa (misalnya, untuk pengawasan visual atau orang menghitung).</p> <p>Mengorganisir informasi (misalnya, untuk pengindeksan database foto dan gambar urutan).</p> <p>Modeling benda atau lingkungan (misalnya, industri inspeksi, analisis gambar medis / topografis).</p> <p>Interaksi (misalnya, sebagai input ke perangkat untuk interaksi manusia komputer).</p> <p>Pada Computer Vision terdapat kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan. Pengolahan Citra (Image Processing) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Sedangkan Pengenalan Pola (Pattern Recognition), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi atau pesan yang disampaikan oleh gambar atau citra.</p> <p>Penerapan Computer Vision antara lain :</p> <p>Bidang Pengolahan Citra Medis.</p> <p>Hal ini dicirikan dengan ekstraksi informasi dari data gambar untuk tujuan membuat diagnosis medis pasien. contoh informasi yang dapat diekstraksi dari data gambar tersebut deteksi tumor, arteriosclerosis atau perubahan memfitnah lainnya. Hal ini juga dapat pengukuran dimensi organ, aliran darah, dll area aplikasi ini juga mendukung penelitian medis dengan memberikan informasi baru, misalnya, tentang struktur otak, atau tentang kualitas perawatan medis.</p> <p>Bidang Industri.</p> <p>Kadang-kadang disebut visi mesin, dimana informasi ini diekstraksi untuk tujuan mendukung proses manufaktur. Salah satu contohnya adalah kendali mutu dimana rincian atau produk akhir yang secara otomatis diperiksa untuk menemukan cacat. Contoh lain adalah pengukuran posisi dan orientasi rincian yang akan dijemput oleh lengan robot. Mesin visi juga banyak digunakan dalam proses pertanian untuk menghilangkan bahan</p> |
|--|--|

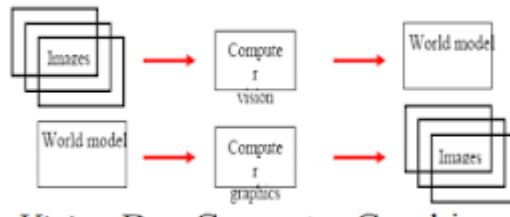
| | |
|--|--|
| | <p>makanan yang tidak diinginkan dari bahan massal, proses yang disebut sortir optik.</p> <p>Bidang Fisika.</p> <p>Fisika merupakan bidang lain yang terkait erat dengan Computer vision. Sistem Computer vision bergantung pada sensor gambar yang mendeteksi radiasi elektromagnetik yang biasanya dalam bentuk baik cahaya tampak atau infra-merah. Sensor dirancang dengan menggunakan fisika solid-state. Proses di mana cahaya merambat dan mencerminkan off permukaan dijelaskan menggunakan optik. Sensor gambar canggih bahkan meminta mekanika kuantum untuk memberikan pemahaman lengkap dari proses pembentukan gambar. Selain itu, berbagai masalah pengukuran fisika dapat diatasi dengan menggunakan Computer vision, untuk gerakan misalnya dalam cairan.</p> <p>Bidang Neurobiologi.</p> <p>Khususnya studi tentang sistem biological vision Selama abad terakhir, telah terjadi studi ekstensif dari mata, neuron, dan struktur otak dikhususkan untuk pengolahan rangsangan visual pada manusia dan berbagai hewan. Hal ini menimbulkan gambaran kasar, namun rumit, tentang bagaimana “sebenarnya” sistem visi beroperasi dalam menyelesaikan tugas-tugas visi tertentu yang terkait. Hasil ini telah menyebabkan subfield di dalam visi komputer di mana sistem buatan yang dirancang untuk meniru pengolahan dan perilaku sistem biologi, pada berbagai tingkat kompleksitas. Juga, beberapa metode pembelajaran berbasis komputer yang dikembangkan dalam visi memiliki latar belakang mereka dalam biologi.</p> <p>Bidang Matematika Murni.</p> <p>Sebagai contoh, banyak metode dalam visi komputer didasarkan pada statistik, optimasi atau geometri. Akhirnya, bagian penting dari lapangan dikhususkan untuk aspek pelaksanaan visi komputer, bagaimana metode yang ada dapat diwujudkan dalam berbagai kombinasi perangkat lunak dan perangkat keras, atau bagaimana metode ini dapat dimodifikasi untuk mendapatkan kecepatan pemrosesan tanpa kehilangan terlalu banyak kinerja .</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>Bidang Pemrosesan Sinyal.</p> <p>Banyak metode untuk pemrosesan sinyal satu-variabel, biasanya sinyal temporal, dapat diperpanjang dengan cara alami untuk pengolahan sinyal dua variabel atau sinyal multi-variabel dalam visi komputer. Namun, karena sifat spesifik gambar ada banyak metode dikembangkan dalam visi komputer yang tidak memiliki mitra dalam pengolahan sinyal satu-variabel. Sebuah karakter yang berbeda dari metode ini adalah kenyataan bahwa mereka adalah non-linear yang bersama-sama dengan dimensi-multi sinyal, mendefinisikan subfield dalam pemrosesan sinyal sebagai bagian dari visi komputer.</p> <p>Bidang Pertahanan Dan Keamanan (Militer).</p> <p>Contoh jelas adalah deteksi tentara musuh atau kendaraan dan bimbingan rudal. Lebih sistem canggih untuk panduan mengirim rudal rudal ke daerah daripada target yang spesifik, dan pemilihan target yang dibuat ketika rudal mencapai daerah berdasarkan data citra diperoleh secara lokal. Konsep modern militer, seperti "kesadaran medan perang", menunjukkan bahwa berbagai sensor, termasuk sensor gambar, menyediakan kaya set informasi tentang adegan tempur yang dapat digunakan untuk mendukung keputusan strategis. Dalam hal ini, pengolahan otomatis data yang digunakan untuk mengurangi kompleksitas dan informasi sekering dari sensor ganda untuk meningkatkan keandalan.</p> <p>Bidang Didalam Kendaraan Otonom.</p> <p>Meliputi submersibles , berbasis kendaraan darat (robot kecil dengan roda, mobil atau truk), kendaraan udara, dan kendaraan udara tak berawak (UAV). Tingkat berkisar otonomi dari sepenuhnya otonom (berawak) kendaraan untuk kendaraan di mana sistem visi berbasis komputer mendukung driver atau pilot dalam berbagai situasi. Sepenuhnya otonom kendaraan biasanya menggunakan visi komputer untuk navigasi, yakni untuk mengetahui mana itu, atau untuk menghasilkan peta lingkungan (SLAM) dan untuk mendeteksi rintangan. Hal ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi peristiwa-peristiwa tugas tertentu yang spesifik, misalnya, sebuah UAV mencari kebakaran hutan. Contoh sistem pendukung sistem peringatan hambatan dalam mobil, dan sistem untuk</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>pendaratan pesawat otonom. Beberapa produsen mobil telah menunjukkan sistem otonom mengemudi mobil , tapi teknologi ini masih belum mencapai tingkat di mana dapat diletakkan di pasar.. Ada banyak contoh kendaraan otonom militer mulai dari rudal maju, untuk UAV untuk misi pengintaian atau bimbingan rudal. Ruang eksplorasi sudah dibuat dengan kendaraan otonom menggunakan visi komputer, misalnya, NASA Mars Exploration Rover dan ESA exomars Roer.</p> <p>Bidang Kecerdasan Buatan.</p> <p>Keterkaitan dengan perencanaan otonom atau musyawarah untuk sistem robotical untuk menavigasi melalui lingkungan. Pemahaman yang rinci tentang lingkungan ini diperlukan untuk menavigasi melalui mereka. Informasi tentang lingkungan dapat diberikan oleh sistem visi komputer, bertindak sebagai sensor visi dan memberikan informasi tingkat tinggi tentang lingkungan dan robot. Buatan kecerdasan dan visi lain berbagi topik komputer seperti pengenalan pola dan teknik pembelajaran. Akibatnya, visi komputer kadang-kadang dilihat sebagai bagian dari bidang kecerdasan buatan atau ilmu bidang komputer secara umum.</p> <p>Bidang Industri Perfilman</p> <p>Semua efek-efek di dunia akting , animasi, dan penyotingan adegan film semua di rekam dengan perangkat elektronik yang dihubungkan dengan komputer. Animasinya juga di kembang kan mempergunakan animasi yang dibuat dengan aplikasi komputer. Sebagai contoh film-film Hollywood berjudul TITANIC itu sebenarnya tambahan animasi untuk menggambarkan kapal raksasa ya.</p> |
| <p>BAB II</p> <p>Ringkasan</p> <p>Jurnal</p> | <p>Penggunaan komputer saat ini merupakan salah satu kebutuhan dalam dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, bisnis maupun kebutuhan pribadi karena pada dasarnya komputer merupakan alat bantu dalam penyelesaian masalah yang bersifat rutinitas diseluruh aspek kehidupan manusia. Perkembangan komputer saat ini sangat pesat seiring dengan perkembangan teknologi perangkat keras dan perangkat lunak. Perkembangan tersebut diikuti dengan semakin meluasnya penggunaan komputer pada berbagai bidang.</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>Grafika komputer adalah suatu bidang ilmu komputer yang mempelajari tentang cara-cara untuk meningkatkan dan memudahkan komunikasi antara manusia dan mesin (komputer) dengan jalan membangkitkan, menyimpan dan memanipulasi gambar, model suatu obyek menggunakan komputer. Grafika komputer memungkinkan user untuk berkomunikasi lewat gambar, bagan, diagram yang menunjukkan bahwa grafika komputer bisa diterapkan pada banyak bidang (Insap Santosa, 2004).</p> <p>Salah satu bidang yang cukup berkembang adalah bidang pengolahan citra. Dengan bermacam-macam tekstur dan warna, sebuah citra atau gambar dapat menyajikan informasi sesuai keinginan. Dalam dunia nyata, kemampuan seseorang untuk menyerap informasi lebih mudah dengan membaca atau menganalisis gambar dibandingkan dengan sekumpulan kata-kata atau angka yang disajikan (Soendoro Herlambang, 2004).</p> <p>Computer Vision mencoba meniru cara kerja visual manusia (human vision) . Human Vision sesungguhnya sangat kompleks yaitu manusia melihat objek dengan indera penglihatan (mata), lalu citra objek tersebut diteruskan ke otak untuk diinterpretasi sehingga manusia mengerti objek apa yang tampak dalam pandangan mata. Hasil keputusan ini digunakan untuk pengambilan keputusan, misalnya untuk menghindari dari objek yang ada atau mengetahui posisi suatu objek terutama objek simetris. Objek simetris adalah objek yang memiliki jarak dan sudut pandang yang sama bila dilihat dari arah yang berbeda dalam suatu ruang. Keseimbangan simetris dapat diikatkan sebagai keseimbangan cermin, berarti, sisi-sisi yang berlawanan harus sama persis untuk menciptakan keseimbangan. Bila ditarik garis lurus pada bagian tengah maka, bagian yang satu akan menjadi cerminan bagi yang lain.</p> <p>Computer Vision merupakan teknik-teknik untuk mengestimasi ciri-ciri objek di dalam citra, pengukuran ciri yang berkaitan dengan geometri objek dan menginterpretasi informasi geometri tersebut seperti menentukan posisi objek, dimana posisi horizontal diwakili oleh sumbu X, posisi vertikal diwakili oleh sumbu Y dan jarak dari kamera ke suatu titik objek diwakili oleh sumbu Z yang berada dalam ruang tiga dimensi</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>Proses di dalam Computer Vision dapat di bagi menjadi tiga aktivitas yaitu :</p> <p>Memperoleh atau mengakuisisi citra digital</p> <p>Melakukan teknik komputasi untuk memproses atau memodifikasi data citra (Operasi pengolahan citra).</p> <p>Menganalisis dan menginterpretasi citra dan menggunakan hasil pemrosesan dengan tujuan tertentu misalnya memandu robot, mengontrol peralatan(Rinaldi Munir, 2004).</p> |
| <p>BAB III</p> <p>Tinjauan Pustaka</p> | <p><i>Computer Vision</i></p> <p>Ilmu Komputer adalah studi sistematis tentang proses algoritmik yang menjelaskan dan mentransformasikan informasi, baik itu berhubungan dengan teori-teori, analisa, desain, efisiensi, implementasi, ataupun aplikasi-aplikasi yang ada padanya. Salah satu bidang ilmu komputer adalah Computer Vision.</p> <p>Computer Vision adalah proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual , seperti akuisisi data, pengolahan citra, klasifikasi, pengenalan (recognition), dan membuat keputusan (Adrian Low 1991).</p> <p>Computer Vision adalah teknik-teknik untuk mengestimasi ciri-ciri objek di dalam citra , pengukuran ciri yang berkaitan dengan geometri objek dan menginterpretasikan informasi geometri tersebut (Jain, Rames 1995).</p> <p>Computer vision merupakan salah satu cabang dari artificial intelligence (kecerdasan buatan) yang difokuskan pada pengembangan algoritma untuk menganalisis informasi dari suatu image ke dalam bentuk informasi yang sebenarnya di dunia nyata.. Peran dari computer vision adalah sebagai salah satu penyedia data input bagi komputer untuk dapat mengerti keadaan di sekelilingnya. Kemudian dari data input yang telah didapatkan, akan diolah sedemikian rupa sehingga komputer dapat memberikan respon sesuai yang diinginkan untuk menentukan cara penyajian hasil data input tersebut.</p> |



Gambar 1. Perbandingan Computer Vision Dan Computer Graphics

Fungsi computer vision adalah untuk menyajikan informasi dunia nyata ke dalam informasi image. Berikut adalah beberapa permasalahan dalam computer vision yang merupakan fokus utama :

Sensing

Bagaimana sensor memperoleh image dari dunia luar (World View) termasuk properti dari dunia seperti material, bentuk, dan iluminasi. Bahkan pada bentuk 3D, termasuk pula geometri, tekstur, motion, dan identitas dari obyek di dalamnya disimpan sehingga dapat digunakan oleh komputer.

Decoded Information

Bagaimana caranya untuk membuka dan mengambil setiap informasi yang ada di dalam image itu sehingga komputer dapat memperoleh semua informasi selengkap-lengkapny.

Using the information

Memilih informasi apa saja yang benar-benar dibutuhkan dan harus diprioritaskan lebih dari pada yang lainnya. Juga harus dipilih informasi apa yang ada dalam imageitu yang justru harus dibuang karena dapat mengganggu jalannya sistem. Algoritma apa saja yang dibutuhkan untuk memproses informasi dari image dan bagaimana memanfaatkannya. Beberapa subyek ilmu yang memanfaatkan computer visionantara lain:

Face recognition (pengenalan wajah)

3D reconstruction (rekonstruksi struktur 3 dimensi)

Motion tracking (pelacakan gerakan)

Computer Vision adalah aplikasi lain yang berhubungan dengan artificial intelligence, yang merupakan alat analisis dan evaluasi informasi visual dengan menggunakan komputer. Teknik Artificial Integensia memungkinkan komputer untuk bisa mengenal sebuah gambar

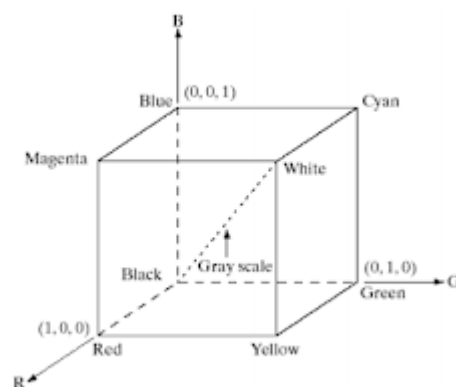
| | |
|--|--|
| | <p>dan mengidentifikasi objek. Dengan menggunakan teknik pelacakan dan pencocokan, komputer bisa memilih kunci khusus dan mencari serta mengidentifikasi informasi agar pandangan mata manusia tidak meleset. Untuk membantu pengguna memecahkan suatu masalah atau mengambil suatu keputusan, perangkat lunak vision computer Artificial Intelligence berusaha mengetahui melalui informasi visual.</p> <p>Sebuah sistem visual mempunyai kemampuan untuk memperbaiki informasi yang berguna dari sebuah gambar. Untuk memperbaiki informasi diperlukan pengetahuan dan proyeksi geometri dari objek dari suatu gambar.</p> <p>Bidang ilmu yang mempunyai kaitan dengan sistem visual sejak pertama kali dikembangkan hingga saat ini , menghasilkan teknik-teknik baru yang terus dikembangkan baik untuk tujuan peningkatan akurasi maupun untuk meningkatkan kecepatan proses. Salah satu pengembangannya adalah pengolahan citra yang merupakan bidang tersendiri yang cukup berkembang sejak orang mengerti bahwa komputer tidak hanya menangani teks tetapi juga data gambar (citra). Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra kepada citra yang lain, sementara tugas perbaikan informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritmanya. Bidang ini meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra. Sebaliknya sistem visual menggunakan citra sebagai masukan tetapi menghasilkan keluaran jenis lain seperti representasi dari kontur objek di dalam citra, atau menghasilkan gerakan dari suatu peralatan mekanis yang terintegrasi dengan sistem visual. Jadi penekanan pada sistem visual adalah perbaikan dan pengambilan informasi secara otomatis dengan interaksi manusia yang minimal.</p> <p>Algoritma pengolahan citra sangat berguna pada awal perkembangan sistem visual, biasanya digunakan untuk menajamkan informasi tertentu pada citra, sebelum diolah lebih jauh.</p> <p>Komputer grafik melalui pemrograman grafik menghasilkan citra dari bentuk geometri primitive seperti titik, garis lurus dan garis lengkung, lingkaran dan bentuk-bentuk dasar geometri lainnya. Komputer grafik</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>memainkan peranan penting dalam visualisasi. Sedangkan sistem visual bekerja sebaliknya, menduga bentuk geometri primitive dan ciri lainnya yang merupakan penyederhanaan dari citra asal yang sifatnya lebih kompleks. Jadi Komputer grafik memadukan unsur-unsur pembentuk citra untuk membentuk atau mensintesa citra sedangkan sistem visual menganalisis citra dan terkadang menguraikannya menjadi bentuk yang sederhana agar dapat dinilai secara kuantitatif</p> <p><i>Pengolahan Citra</i></p> <p>Citra (Image) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi penerus dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya dan ditangkap oleh alat-alat optik seperti mata pada manusia, kamera, pemindai (scanner) dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra ini terekam (Rinaldi Munir, 2004)</p> <p>Pengolahan citra adalah langkah yang digunakan untuk memperbaiki citra yang mengalami gangguan agar mudah diinterpretasi baik oleh manusia maupun oleh komputer yang bertujuan memperbaiki kualitas citra menjadi lebih baik (Rinaldi Munir, 2004). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain, jadi masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan.</p> <p>Pengolahan citra (image processing) adalah suatu ilmu komputasi yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra, tidak lepas dari bidang computer vision. Sesuai dengan perkembangannya terdapat dua tujuan utama, yakni :</p> <p>Memperbaiki kualitas citra, Hasilnya berupa informasi citra yang interprestasikan oleh manusia (human perception).</p> <p>Mengekstraksi informasi ciri yang menonjol pada suatu citra, Hasilnya berupa informasi ciri dari citra secara numerik melalui besaran data yang dapat dibedakan secara jelas (Achmad Basuki, 2005).</p> |
|--|---|

Pengolahan citra (image processing) merupakan suatu proses filter gambar asli menjadi gambar lain sesuai kebutuhan. Misalnya, apabila mendapatkan gambar yang terlalu gelap, dengan pengolahan citra dapat diproses agar mendapatkan gambar yang jelas seperti yang digambarkan dalam blok diagram (Riyanto Sigit, 2005).

Citra digital merupakan citra yang diambil berdasarkan sampling dan kuantisasi tertentu, terbentuk dari piksel-piksel yang besarnya tergantung pada sampling dan nilai derajat keabuan serta tergantung pada kuantisasi. Model citra digital dinyatakan dalam bentuk matrik, citra didefinisikan sebagai fungsi (x,y) dimana x menyatakan nomer baris dan y menyatakan kolom dan f menyatakan nilai dari derajat keabuan dari citra. Model matrik pada citra digital memungkinkan dilakukannya operasi matrik.

Citra merupakan dimensi spatial yang berisi informasi warna dan tidak bergantung pada waktu. Citra merupakan sekumpulan titik-titik dari gambar, yang disebut pixel (picture element). Titik-titik tersebut menggambarkan posisi koordinat dan mempunyai intensitas yang dapat dinyatakan dengan bilangan. Intensitas ini menunjukkan warna citra, melalui penjumlahan (Red, Green dan Blue / RGB).



Gambar 2. Skema Kubus Warna RGB

Koordinat memberikan informasi warna pixel berdasarkan; Brightness (ketajaman) warna cahaya (hitam, abu-abu, putih) dari sumber, Hue (corak warna) yang ditimbulkan oleh warna (merah,

kuning , hijau dll) dan merupakan panjang gelombang dominan dari sumber. Misalnya citra dengan 8 bit per pixel mempunyai 256 warna dan citra dengan 24 bit tiap pixel dinyatakan dengan :

bit 0 sampai dengan 7 untuk warna merah (red)

bit 7 sampai dengan 15 untuk warna hijau (green)

bit 16 sampai dengan 24 untuk warna biru (blue)

Kemungkinan kombinasi warna yang ada adalah 16.777.216, dimana nilai 0 menyatakan warna hitam sedangkan nilai 16. 777.216 menyatakan warna putih.

Hubungan image processing dengan pembagian bidang dalam komputer yang melibatkan input dan output tertentu dapat di jelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel .1 Hubungan Pengolahan Citra

| | | Output | |
|-------|-------|-----------------------|--|
| | | Image | Deskripsi |
| Input | Image | Pengolahan – Citra | Pengenalan pola- Computer Vision |
| | | Komputer Grafik | Pengolahan data lainnya |

Dalam tabel diatas terlihat jelas bahwa pengolahan citra (image processing) merupakan suatu bidang pengetahuan dimana inputnya berupa citra dan hasilnya juga berupa citra dengan proses

yang berupa perbaikan kualitas citra atau penyajian informasi citra. Agar hasil berupa data numerik atau teks yang menyatakan informasi yang ada dalam citra diperlukan pengetahuan yang dipelajari dalam pengenalan pola dan computer vision.

Digitalisasi Citra

Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi malar(kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi, citra yang dihasilkan ini disebut dengan citra digital. Pada umumnya citra digital berbentuk persegi panjang yang dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar atau lebar x panjang. Citra digital yang

tingginya N, lebarnya M, dan memiliki L derajat keabuan dapat dinyatakan sebagai fungsi:

$$0 \leq x \leq M$$

$$f(x,y) \quad 0 \leq y \leq N$$

$$0 \leq f \leq L$$

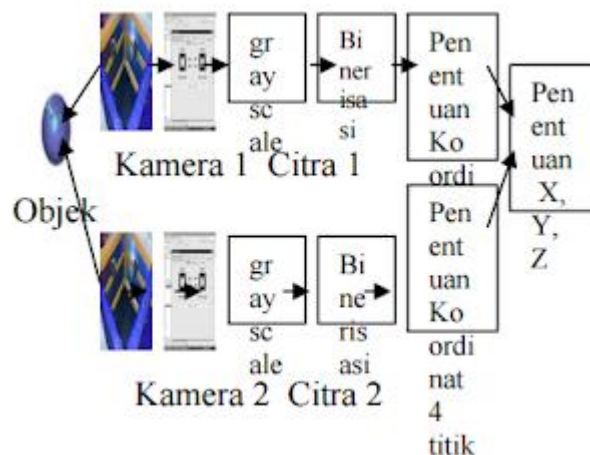
SKENARIO UJI COBA

Dalam melaksanakan penelitian ini akan dilakukan perancangan alat dan sistem untuk melakukan pengambilan gambar yang akan dibuat dirancang dalam blok diagram seperti berikut:



Gambar 3 Blok diagram perangkat keras

Aplikasi pengolahan citra yang dirancang bertujuan untuk menentukan posisi objek yang capture dengan menggunakan webcam dengan memanfaatkan komponen delphi dalam pengambilan gambar dan menampilkan gambar yang disusun dalam blok diagram sebagai berikut :



Gambar 4 Disain Perangkat Lunak

Pengambilan gambar dengan webcam menggunakan program aplikasi yang memanfaatkan komponen delphi berupa :

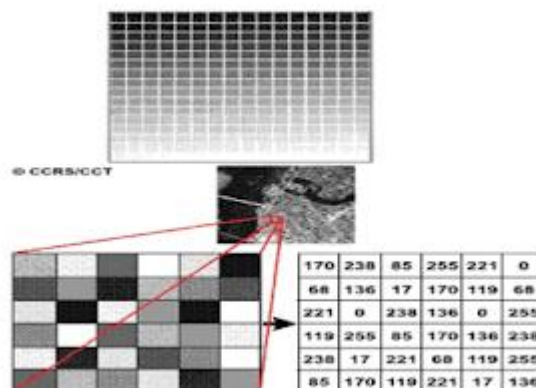
TtsCap32 adalah komponen untuk menampilkan gambar berupa gambar bergerak

TtsCap32PopupMenu adalah komponen untuk mengatur bagaimana pengambilan gambar

TtsCap32Dialogs adalah komponen untuk mengatur format gambar yang akan dicapture.

Mengubah ke citra gray scale dan citra biner

Gambar yang telah capture berupa citra warna diolah dengan menggunakan program aplikasi kedalam citra keabuan (gray scale) dengan cara nilai piksel yang ada pada citra yang berupa citra warna dirata-ratakan kemudian dibagi tiga sesuai dengan jumlah layer pada citra warna yaitu layer r, layer b, dan layer g menjadi satu layer yaitu keabuan (gray scale). Unit terkecil dari data digital adalah bit, yaitu angka biner, 0 atau 1. Kumpulan dari data sejumlah 8 bit data adalah sebuah unit data yang disebut byte, dengan nilai dari 0 – 255 .Pixel (picture element) adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra. Angka numerik (1 byte) dari pixel disebut digital number (DN). Digital Number bisa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (gray scale), tergantung level energi yang terdeteksi. Pixel yang disusun dalam orde yang benar akan membentuk sebuah citra. Gambar di bawah ini menunjukkan derajat keabuan dan hubungan antara digital number dan derajat keabuan yang menyusun sebuah citra.



| | |
|---|---|
| | <p>Gambar 5 Hubungan Digital Number dengan derajat keabuan</p> <p>Algoritma Sistem</p> <p>Algoritma Untuk Merancang Aplikasi penentuan posisi objek adalah sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> Membuat program aplikasi pengambilan gambar Mengcapture Gambar dengan menggunakan webcam Menampilkan gambar yang telah dicapture dalam bentuk citra diam Mengubah Citra warna menjadi grayscale. Mengubah Citra Gray Scale ke dalam citra biner Menentukan koordinat empat titik. Menentukan posisi X,Y,Z |
| <p>BAB IV</p> <p>Pembahasan</p> | <p>Fungsi utama sistem ini adalah menentukan posisi objek dalam aplikasi pengolahan citra, prosedurnya adalah mengambil gambar (citra warna) dengan menggunakan webcam, mengubah ke citra keabuan dan citra biner, menentukan koordinat empat titik, menentukan posisi objek .</p> <p>Proses awal untuk menentukan posisi objek dalam ruang tiga dimensi adalah mengcapture objek yang hasilnya berupa citra warna, kemudian diubah kedalam citra keabuan (gray scale), Prosedur sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> Meletakkan objek pada posisi yang diinginkan Mengaktifkan program pengambilan gambar Mengkoneksikan webcam satu dan dua dengan computer Mengkalibrasi kamera satu dan dua Menampilkan gambar dilayar Mengcapture gambar <p>Mengubah citra warna kedalam citra grayscale dengan cara menjumlah nilai dari tiga layer yaitu nilai r, nilai g dan nilai b kemudian dibagi tiga sehingga menghasilkan citra grayscale (keabuan) dengan rumus sebagai berikut :</p> |

$$s = \frac{r + g + b}{3}$$

Proses ini bertujuan mengelompokkan piksel-piksel objek kedalam wilayah yang mempresentasikan objek yang membedakan objek dengan latar belakang .

Citra yang telah diubah ke grayscale dilanjutkan dengan binerisasi yang hanya bernilai 0 dan 1, Pada citra biner, batas antara objek dan latarbelakang terlihat jelas. Piksel objek berwarna putih sedang piksel latarbelakang berwarna hitam. Untuk menentukan nilai biner dari citra grayscale yang memiliki derajat keabuan 256 dibagi dua, maka nilai tengahnya adalah 128 sehingga untuk mengubah menjadi citra biner dapat dituliskan sebagai berikut :

Jika nilai keabuan < 128 maka nilainya sama dengan 0

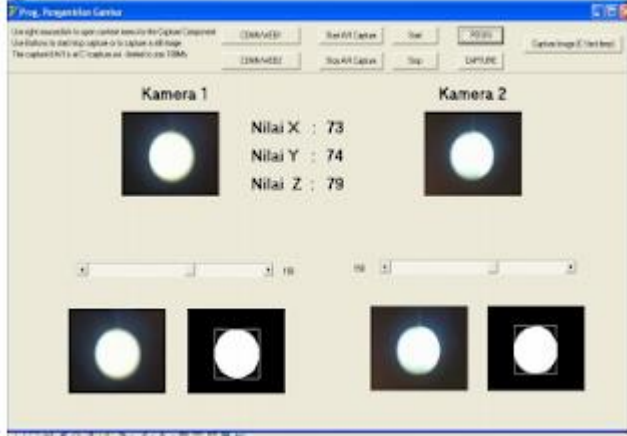
Jika nilai keabuan >= 128 maka nilainya sama dengan 1

Proses mengubah citra warna ke dalam citra gray scale dan citra biner, maka proses selanjutnya adalah menentukan koordinat empat titik berupa x1-y1, x2-y2, x3-y3, x4-y4, dengan prosedur sebagai berikut :

Hasil capture gambar yang berupa citra biner selanjutnya diolah untuk menentukan posisi koodinat titik x1y1 dengan cara melacak piksel yang bernilai 1 dimulai dari koordinat (0,0) yang letaknya pada sisi kiri atas dari citra biner, yang dilakukan berulang sampai ditemukan piksel yang bernilai 1 yang pertama, selanjutnya menjadi nilai x1y1. Ketentuan pelacakannya adalah jika koordinat piksel bernilai 0 maka pencarian dilanjutkan sampai ditemukan koordinat piksel yang bernilai 1.

Setelah nilai piksel x1y1 ditemukan, maka dilakukan pelacakan sampai ditemukan piksel yang bernilai 1 yang merupakan koordinat piksel pada kolom terdekat dari batas matriks citra, selanjutnya menjadi nilai x2y2. Ketentuan pelacakannya adalah jika koordinat piksel bernilai 0 maka pencarian dilanjutkan sampai ditemukan koordinat piksel yang bernilai 1.

| | |
|--|--|
| | <p>Pelacakan dilanjutkan kepada koordinat piksel dari matriks citra biner sampai ditemukan piksel yang nilai 1, dari baris piksel yang terjauh, yang selanjutnya dijadikan nilai x_3y_3. Ketentuan pelacakannya adalah jika koordinat piksel bernilai 0 maka pencarian dilanjutkan sampai ditemukan koordinat piksel yang bernilai 1.</p> <p>Setelah nilai piksel x_3y_3 ditemukan, dilanjutkan pelacakan sampai ditemukan koordinat piksel yang bernilai 1 yang letaknya pada paling terakhir dari matriks citra, selanjutnya dijadikan sebagai nilai x_4y_4. Ketentuan pelacakannya adalah jika koordinat piksel bernilai 0 maka pencarian dilanjutkan sampai ditemukan koordinat piksel yang bernilai 1.</p> <p>Setelah koordinat empat titik didapatkan, maka dilanjutkan dengan menentukan posisi X, Y, Z yang diproses sebagai berikut :</p> <p>Hasil capture gambar yang ditampilkan pada kamera satu berupa citra biner, dan telah diolah kedalam koordinat empat titik, maka piksel yang titik koordinat x_1 yang pertama ditemukan pada saat pelacakan objek yang nilai piksel 1 selanjutnya dijadikan nilai x, karena merupakan nilai pertama diperoleh yang sejajar dengan sumbu x pada ruang tiga dimensi.</p> <p>Citra biner yang dihasilkan oleh kamera satu dan kamera dua, dijadikan nilai y dengan proses nilai y_1 pada kamera 1 dan nilai y_1 pada kamera 2 sama, maka nilai yang diambil untuk dijadikan nilai y dipilih salah satunya dengan cara, nilai piksel y_4 dikurangi dengan nilai piksel y_1 untuk memperoleh nilai y, karena nilai koordinat tersebut sejajar dengan sumbu y dalam ruang tiga dimensi.</p> <p>Untuk nilai Z diambil dari hasil capture gambar pada kamera 2 yaitu yang sejajar dengan sumbu Z yaitu nilai x_1 dari koordinat x_1y_1 dari koordinat empat titik .</p> |
|--|--|

| | |
|--------------------------------|--|
| |  <p>Gambar 6 Proses Penentuan Posisi Objek</p> |
| <p>BAB V</p> <p>Kesimpulan</p> | <p><i>Computer Vision</i> adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, yaitu mesin yang mampu mengekstrak informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Teknologi <i>Computer Vision</i> banyak diimplementasikan dalam berbagai bidang kehidupan, salah satunya dalam bidang kecerdasan buatan untuk menentukan posisi objek simetris pada ruang tiga dimensi ini.</p> <p>Dengan adanya aplikasi computer vision ini dapat disimpulkan sebagai berikut:</p> <p>Tersusun suatu algoritma untuk mengolah obyek gambar digital dari citra warna yang telah dicapture, diolah dengan menggunakan citra gray scale dengan cara citra warna yang terdiri dari 3 layer matriks dengan menjumlahkan nilai RGB kemudian dibagi tiga, dan hasilnya berupa satu layer citra grayscale dengan rentang nilai keabuan 0 sampai dengan 255, dari citra grayscale diubah kedalam bentuk citra biner dimana objek bernilai 1 dan latarbelakang bernilai 0.</p> <p>Telah berhasil merancang program aplikasi pengolahan citra untuk menentukan posisi objek.</p> <p>Kekurangannya belum menghasilkan perbandingan posisi objek yang tepat berdasarkan tingkat resolusi citra, hal ini dipengaruhi oleh ketepatan menempatkan posisi objek pada saat pengcapturan gambar.</p> |
| <p>Daftar Pustaka</p> | <p>http://www.jurnal.akba.ac.id/index.php/inspiration/article/viewFile/4/4</p> <p>https://jurnalinspiration.wordpress.com/2012/01/25/aplikasi-computer-vision-untuk-penentuan-posisi-objek-simetris-pada-ruang-tiga-dimensi/</p> |

| | |
|--|---|
| | http://kharismadio.blogspot.co.id/2014/11/jurnal-minggu-67-komputer-vision.html |
|--|---|

2.

| | |
|-------------------|---|
| Penulis | M. Roynaldi Prabowo Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung |
| Judul | DETEKSI OBJEK BERGERAK DALAM AIR MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN MIXTURE MODEL BERBASIS ACTION-CAM |
| Tujuan Penelitian | <p>Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem pendeteksi objek pada video didalam air. Video diambil dengan menggunakan sebuah action-cam. Penelitian ini merupakan langkah awal dalam pengembangan teknologi penangkapan ikan, dan berbagai sistem pengawasan bawah air lainnya. Proses pendeteksian objek dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengurangi nilai-nilai piksel pada frame saat ini dengan nilai-nilai piksel pada model background sebelumnya. Pada pendeteksian objek didalam air, background selalu berubah-ubah karena pengaruh intensitas cahaya dan gelombang arus bawah air. Maka dari itu diperlukan sebuah metode pembuat latar belakang yang dapat beradaptasi, yaitu metode Gaussians Mixture Model. Pada metode ini nilai sebuah piksel latar belakang ditentukan oleh nilai intensitas piksel-piksel sebelumnya, dan apabila terjadi perubahan intensitas piksel yang drastis dan mengakibatkan nilai piksel di luar nilai ambang, maka piksel ini akan diidentifikasi sebagai objek, kemudian piksel latar belakang yang baru akan diubah berdasarkan nilai piksel ini. Setelah model background didapatkan, maka akan dibandingkan dengan frame selanjutnya, proses perbandingan ini dilakukan pada piksel-piksel di setiap frame hingga frame terakhir pada sebuah citra video. Video diambil di tiga kondisi berbeda yaitu pagi, siang, dan malam hari. Tingkat keberhasilan metode ini dievaluasi berdasarkan nilai recall dan precision, dimana diperoleh nilai rata-rata dari ketiga video sebesar 71% untuk nilai recall-nya, dan 72% untuk nilai precision-nya</p> |

| | |
|---------------------------------|--|
| <p>BAB I</p> <p>Pendahuluan</p> | <p>1.1.Latar Belakang Saat ini teknologi tengah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Hal ini berguna untuk membantu meringankan berbagai pekerjaan manusia agar dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, teknologi merupakan sebuah metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis ilmu pengetahuan terapan, keseluruhan sarana ini berfungsi untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia (KBBI 1990 : 1158). Salah satu teknologi yang sedang berkembang dewasa ini adalah kecerdasan buatan atau artificial intelegent. Kecerdasan buatan adalah salah satu disiplin ilmu sains yang mengkaji tentang bagaimana membuat sebuah sistem pada komputer yang memiliki kemampuan seperti manusia. Menurut H. A. Simon (1987), kecerdasan buatan merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia dapat dikatakan cerdas. Terdapat beberapa bidang aplikasi kecerdasan buatan salah satunya adalah computer vision. Computer vision adalah salah satu bidang aplikasi dari artificial intelegent atau kecerdasan buatan yang memiliki fokus pada informasi-informasi berupa citra foto, citra 2 bergerak (video), ataupun informasi yang didapatkan dari data multidimensional scanner medis. Bidang aplikasi kecerdasan buatan ini berfungsi dalam proses pengolahan citra seperti perbaikan kualitas citra, pemanipulasian citra, pemampatan citra, ataupun analisis sebuah citra. Terkadang dalam proses analisis sebuah citra, beberapa background masih dianggap sebagai foreground. Hal ini dikarenakan oleh intensitas cahaya yang tidak tetap di setiap pixel pada sebuah citra video, permasalahan bertambah ketika video diambil di bawah air. Selain intensitas dari tiap pixel dalam video yang mengalami perubahan menjadi permasalahan dalam proses analisis sebuah citra yang didapat dari dalam air, gerakan air juga menjadi sebuah permasalahan dalam memisahkan antara background dan objek bergerak sebenarnya. Dalam penelitian ini, proses pengolahan citra digunakan untuk mendeteksi gerakan objek yang terdapat didalam air dengan cara memisahkan antara objek bergerak dengan background yang berubahubah di dalam sebuah citra bergerak (video). Metode yang akan digunakan dalam</p> |
|---------------------------------|--|

| | |
|--|--|
| | <p>penelitian ini adalah metode gaussian mixture model, diharapkan dengan metode ini sistem dapat membedakan antara objek bergerak sebenarnya dan background. Adapun proses pengambilan gambar akan dilakukan oleh sebuah kamera bawah air (action-cam). Action-cam merupakan sebuah perangkat optik yang dapat digunakan untuk mengambil gambar berupa foto ataupun video. Sesuai dengan namanya, action-cam banyak digunakan sebagai kamera yang dapat mendampingi para user dalam melakukan sebuah 3 kegiatan outdoor. Salah satunya adalah kegiatan penjelajahan bawah air. Sebuah action-cam tetap dapat beroperasi didalam air karena kamera ini dilengkapi dengan sebuah waterproof case yang tahan hingga kedalaman maksimal 40 meter di bawah permukaan air. Karena kemampuannya ini action-cam dapat difungsikan sebagai sebuah piranti yang dapat membantu dalam proses pengambilan data dalam penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya mengenai pemakaian kamera bawah air sudah banyak dilakukan, salah satunya penelitian tentang penggunaan kamera bawah air yang dipasangkan ke robot untuk kegiatan monitoring (M.S. Gitakarma, 2014). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang diusulkan adalah dalam penelitian ini hanya memonitoring saja, sedangkan pada penelitian yang diusulkan akan dibuat sebuah sistem untuk memisahkan antara objek dengan background-nya. Penelitian lainnya adalah perbaikan kualitas citra dalam air (A. Hendrawan, 2014), perbedaan dengan penelitian yang diusulkan adalah pada penelitian sebelumnya dilakukan hanya pada satu buah citra sedangkan pada penelitian yang diusulkan dilakukan pada sebuah runtutan citra (video). Penelitian yang lain adalah deteksi objek menggunakan metode dekomposisi blok matriks jarang (C. Guyon, 2012), penelitian mengenai ekstraksi serta penjejakan objek untuk sistem pengawasan (K. A. Joshi, 2012), dan deteksi objek bergerak berdasarkan pemodelan dari runtutan latar belakang (F. X. A. Setyawan, 2013).</p> <p>4 1.2. Tujuan Penelitian Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah program yang dapat mendeteksi gerakan objek dalam air dengan memisahkan antara background dengan foreground dari sebuah citra sehingga keduanya dapat dibedakan.</p> <p>1.3. Manfaat Penelitian Manfaat dari penelitian ini adalah : 1. Program yang telah dibuat dalam penelitian</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>ini dapat mendeteksi gerakan objek-objek yang sesungguhnya. 2. Dapat melakukan pemantauan berbagai macam objek bergerak di dalam air.</p> <p>1.4.Perumusan Masalah Mengacu pada permasalahan yang ada, maka perumusan penelitian ini berfokus pada aspek berikut : 1. Bagaimana cara mendeteksi sebuah objek bergerak di dalam sebuah background yang berubah-ubah? 2. Apa yang dimaksud dengan metode gaussian mixture models? 3. Bagaimana cara merancang program berdasarkan metode gaussians mixture models? 5</p> <p>1.5.Batasan Masalah Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu : 1. Hanya membahas tentang pendeteksian objek bergerak dalam air. 2. Hanya menggunakan satu metode yaitu gaussian mixture models.</p> <p>1.6.Hipotesis Sistem yang dirancang dapat mendeteksi gerakan objek didalam air dengan menggunakan sebuah metode dalam pengolahan citra, yaitu metode gaussian mixture model. Citra diambil oleh sebuah action-cam. Data yang diperoleh akan dianalisis yang kemudian akan dipisahkan antara foreground dan background dalam citra tersebut.</p> <p>1.7.Sistematika Penulisan Untuk memudahkan penulisan dan pemahaman mengenai materi tugas akhir ini, maka tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu :</p> <p>BAB I. PENDAHULUAN Memuat latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.</p> <p>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA Berisi tentang teori-teori yang mendukung sistem perancangan deteksi objek bergerak serta teori-teori tentang metode yang akan digunakan, yaitu metode gaussian mixture model. 6</p> <p>BAB III. METODE PENELITIAN Berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, garis besar metode yang diusulkan, serta diagram alir metode yang diusulkan.</p> |
|--|---|

| | |
|---------------------------------------|--|
| | <p>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN Menjelaskan hasil penelitian, pembahasan, dan perhitungan kinerja metode yang diusulkan. BAB V. SIMPULAN DAN SARAN Memuat simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.</p> <p>DAFTAR PUSTAKA</p> <p>LAMPIRAN</p> |
| <p>BAB II</p> <p>Tinjauan Pustaka</p> | <p>2.1 Pengolahan Citra Pengolahan citra merupakan sebuah teknik pemrosesan citra atau gambar oleh sebuah komputer. Menurut Efford (2000), pengolahan citra atau image processing merupakan sebuah istilah umum yang digunakan untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan menggunakan berbagai cara. Secara garis besar pengolahan citra merupakan proses perbaikan kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan oleh manusia atau komputer. Terdapat beberapa contoh proses dalam pengolahan citra, seperti perbaikan kualitas citra (image enhancement), pemugaran citra (image restoration), pemampatan citra (image compression), segmentasi citra (image segmentation), analisis citra (image analysis), dan rekontruksi citra (image recontruction). Proses-proses ini dapat diimplementasikan dalam beberapa aplikasi nyata seperti pengenalan pola, penginderaan jarak jauh melalui satelit, ataupun machine vision. Pada pengenalan pola, pengolahan citra akan memisahkan antara objek dengan background nya, dan selanjutnya objek yang telah didapatkan akan di klasifikasikan. Sebagai contoh binatang di dalam air dapat diklasifikasikan sebagai ikan kecil, cumi-cumi, gurita, ikan besar ataupun benda bergerak lainnya. 7 Saat ini banyak sekali peralatan alat elektronik yang berkaitan dengan pengolahan citra seperti kamera digital, kamera analog, finger print, scanner, dan sebagainya. (a) Kamera (b) Kamera Handphone (c) Scanner Gambar</p> <p>2.1. Contoh Alat Elektronik yang Berkaitan dengan Pengolahan Citra Gambar 2.1 menunjukan berbagai macam peralatan elektronik yang berkaitan dengan pengolahan citra. Selain prinsip pengolahan citra diterapkan pada alatalat pada Gambar 2.1 masih banyak penggunaan</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>prinsip-prinsip pengolahan citra di sekeliling kita, seperti pada penelitian sebelumnya (Fitroh Amaluddin, 2015) pengolahan citra diterapkan pada proses pendeteksian dan pengklasifikasian kendaraan dengan menggunakan salah satu metode dalam 8 pengolahan citra yaitu metode gaussian mixture model. Dengan menggunakan pengolahan citra komputer dapat menghitung dan dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis kendaraan yang melewati jalanan.</p> <p>2.2 Deteksi Objek Dalam kamus besar bahasa Indonesia (KBBI), kata deteksi memiliki artian usaha untuk menemukan dan menentukan keberadaan, anggapan, ataupun kenyataan. Pada pengolahan citra, proses pendeteksian objek dapat dilakukan dengan memisahkan foreground dengan background-nya. Deteksi objek merupakan sebuah proses dalam pengolahan citra dimana citra merupakan sebuah citra bergerak (video). Citra video pada dasarnya merupakan gabungan beberapa citra gambar yang saling berganti pada durasi waktu tertentu. Citra gambar yang saling berganti ini sering disebut dengan frame. Proses penggantian frame pada citra video berlangsung secara cepat sehingga kita tidak menyadarinya. Dalam sebuah citra video, frame kedua tidak selalu identik dengan frame pertama, begitu pula dengan frame-frame berikutnya. Hal inilah yang menjadi dasar pemikiran teknik-teknik deteksi objek bergerak pada pengolahan citra dengan menganalisa nilai selisih antara frame pertama yang dapat juga disebut dengan latar belakang atau background dengan frame-frame berikutnya. Terdapat metode-metode dalam pendeteksian objek bergerak, beberapa diantaranya adalah background subtraction dan haar-like feature, pada penelitian yang dilakukan oleh Andi Febriyanto (UIN Sunan Kalijaga, 2013), disimpulkan bahwa metode background subtraction lebih baik digunakan 9 daripada metode haar-like feature, karena metode background subtraction lebih peka terhadap perubahan objek ataupun perubahan lingkungan disekitar objek. Selain itu metode background subtraction dapat bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi seperti perubahan warna objek, perubahan background, kecepatan objek, serta perubahan intensitas cahaya di lingkungan sekitar objek. Prinsip kerja dari metode background subtraction ini adalah dengan cara</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>substraksi frame saat ini dengan frame sebelumnya, kemudian hasil substraksi ini akan dianalisa untuk menemukan pergerakan objek pada citra video. Namun terdapat kelemahan dalam metode ini, karena terlalu sensitifnya metode ini dalam substraksi background, mengakibatkan banyaknya noise yang ditimbulkan sehingga objek sulit untuk dikenali, maka diperlukan sebuah metode lain untuk membuat sebuah model background yang dapat secara terus menerus memperbarui parameternya agar tetap dapat dikenali sebagai background. Pada penelitian ini, digunakan metode gaussians mixture model untuk membuat sebuah model background, sehingga objek bergerak dapat dikenali.</p> <p>2.3 Gaussian Mixture Model Background merupakan sebuah citra yang didalamnya terdapat objek-objek yang tidak bergerak, sedangkan citra yang didalamnya terdapat objek-objek bergerak disebut dengan foreground. Pada beberapa aplikasi pengolahan citra akan ada beberapa kasus yang akan memisahkan antara background dan foreground. Namun, terkadang sering terjadi beberapa kesalahan seperti masih menganggap background sebagai foreground, hal ini biasanya diakibatkan oleh 10 perubahan-perubahan background itu sendiri, perubahan ini mungkin terjadi karena perubahan intensitas cahaya, perubahan bayangan benda yang terdapat disekitar background yang diakibatkan oleh perubahan posisi matahari, serta akibat gerakan gelombang air apabila proses pengambilan citra dilakukan didalam air. Untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan ini diperlukan sebuah background yang bersifat adaptive, yaitu background yang dapat menyesuaikan akibat perubahan-perubahan pada background tersebut agar tetap dianggap sebagai latar belakang bukan sebagai objek bergerak. Pada penelitian ini akan dibuat model background apabila background mengalami perubahan-perubahan akibat adanya perubahan intensitas cahaya, posisi matahari, dan gerakan-gerakan yang ditimbulkan pada permukaan air dengan menggunakan metode Gaussians Mixture Model. Gaussian Mixture Model merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk memodelkan warna-warna background dari tiap piksel. Dalam metode ini tiap piksel akan memiliki model GMM masing-masing. Model GMM pada setiap piksel ini muncul dengan cara memperbaharui</p> |
|--|--|

parameter-parameter yang telah ditentukan pada metode ini, yaitu mean dan varian. Model yang dibentuk dibagi menjadi 2 yaitu, model background dan model non-background. Model background adalah model yang mencerminkan sebuah citra latar belakang, sedangkan model non-background mencerminkan citra yang memiliki objek bergerak. Nilai parameter mean dari suatu distribusi di-update setiap ada nilai piksel yang cocok dengan distribusi tersebut, apabila terdapat piksel yang tidak cocok dengan distribusi tersebut maka input tersebut masuk sebagai foreground, yang kemudian akan dibuat distribusi baru yang menggantikan distribusi yang paling tidak mencerminkan background. Untuk meng-update nilai mean digunakan persamaan 2.1 () (2.1) Dengan () (2.2) Dimana adalah fungsi gaussian probability density (GPD) () () () () (2.3) Dimana Σ adalah covariance matrix, $|\Sigma|$ adalah determinan dari covariance, pangkat T menunjukkan transpose matriks, pangkat -1 adalah matriks invers, adalah eksponen, adalah phi, dan n adalah ukuran vektor X (R,G,B) dimana covariance didapat dari : (2.4) Dimana I adalah matriks identitas dan adalah varians dari gaussian ke . Selain nilai mean, nilai varians juga perlu di-update setiap terdapat piksel yang cocok dengan distribusi tersebut. Adapun persamaan yang digunakan untuk meng-update varians, yaitu : () () (2.5)

2.4 Action-Cam Dalam penelitian ini, sebagai alat bantu input dipakai sebuah kamera aksi atau dalam istilah sehari-hari sering disebut dengan action-cam. Pada umumnya action-cam banyak digunakan pada berbagai kegiatan yang bersifat outdoor termasuk kegiatan yang dilakukan didalam air. Action-cam merupakan 12 sebuah perangkat optik yang dapat mengambil gambar di dalam air, karena action-cam dilengkapi dengan sebuah waterproof case sehingga action-cam tahan terhadap air hingga kedalam 40 meter dibawah permukaan air. Gambar 2.2 Action-cam Gambar 2.2 menunjukkan kamera yang akan digunakan dalam penelitian ini. Adapun jenis action-cam dalam penelitian ini adalah Yi Action Camera dengan spesifikasi dapat mendukung video dengan resolusi up to 1080p dengan frame rate hingga 60 fps, serta kamera ini dilengkapi dengan baterai 5 volt serta micro SD dengan kapasitas 16 GB, selain itu kamera ini juga

| | |
|--|---|
| | <p>dilengkapi dengan sebuah port USB dan sebuah port mini HDMI. Dengan kemampuannya, kamera ini sangat cocok apabila digunakan dalam proses pengambilan data dalam penelitian ini.</p> <p>2.5 Pengukuran Efektivitas Hasil Hasil dari penelitian ini akan dievaluasi dengan cara membandingkan antara hasil ekstraksi objek dengan frame aslinya. Selanjutnya akan didapatkan 3 buah daerah, yaitu daerah true positive (TP) yaitu daerah yang mendeteksi 13 objek pada metode yang diterapkan pada penelitian ini dan pada frame asli merupakan objek. False positive (FP) merupakan daerah yang mendeteksi objek pada hasil penelitian dan pada frame asli merupakan background. False negative (FN) merupakan daerah yang seharusnya adalah objek namun dideteksi sebagai background. Untuk menentukan seberapa efektif metode yang digunakan dalam penelitian ini perlu diketahui nilai recall, precision, dan F-Measure berdasarkan nilai-nilai TP, FP, dan FN. Adapun persamaan untuk menentukan nilai recall, precision, dan F-Measure adalah sebagai berikut :</p> <p>Recall = $\frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$ (2.5) Precision = $\frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$ (2.6) Dimana adalah banyaknya piksel pada daerah TP, adalah banyaknya piksel di daerah FN, serta adalah banyaknya piksel pada daerah FP. Setelah ditemukan nilai recall dan precision, maka nilai F-Measure dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan : $F = 2 \left(\frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \right)$ (2.7)</p> |
| <p>BAB III</p> <p>Metode Penelitian</p> | <p>3.1. Waktu dan Tempat Penelitian Penelitian dan pembuatan tugas akhir ini dimulai pada september 2016 hingga April 2017 bertempat di Laboratorium Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Lampung.</p> <p>3.2. Alat dan Bahan Terdapat alat dan bahan yang perlu dipersiapkan dalam melakukan penelitian ini adalah : a. 1 unit Action-cam jenis Xiaomi Yi b. 1 unit kolam tabung berdiameter 2 meter c. 1 buah background aquarium d. 1 unit tripod e. 1 unit lampu celup bawah air (LACUBA) f. 1 unit laptop Asus A455L g. 1 unit microSD 16 gb h. Microsoft visual studio C++ 2010 express i. Library openCV 15</p> |

3.3. Metode yang Diusulkan Didalam penelitian ini video diambil dengan menggunakan action-cam yang diletakkan didalam air. Kamera ini berada didalam air dalam keadaan diam (statik). Data yang telah diambil akan disimpan didalam sebuah microSD yang kemudian akan diolah menggunakan software microsoft visual studio C++ untuk dipisahkan antara background dan foreground-nya. Terdapat beberapa permasalahan dalam pengolahan ini yaitu background akan mengalami perubahan-perubahan akibat intensitas cahaya yang berubah-ubah serta akibat gerakan-gerakan permukaan air yang dapat menyebabkan sistem menganggap background sebagai objek yang bergerak. Dengan hal ini diperlukan sebuah pemodelan background yang tepat supaya proses pemisahan objek berjalan dengan tepat, sehingga gerakan objek dapat dideteksi.

3.3.1. Garis Besar Metode yang Diusulkan Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode Gaussians Mixture Model. Hal ini dikarenakan penelitian ini dilakukan pada latar belakang citra yang bersifat adaptive akibat pengaruh dari intensitas cahaya dan gerakan-gerakan arus air, sehingga dibutuhkan sebuah metode yang dapat membuat sebuah model background adaptif agar sebuah objek bergerak dapat dideteksi dengan baik. Garis besar dari metode ini adalah pada proses perbandingan dua buah frame pada sebuah citra video nilai parameter dari suatu distribusi akan di-update setiap ada nilai piksel yang cocok dengan distribusi tersebut, apabila terdapat piksel yang tidak cocok dengan distribusi tersebut maka input tersebut masuk sebagai foreground, yang kemudian akan 16 dibuat distribusi baru yang menggantikan distribusi yang paling tidak mencerminkan background. Model background yang telah didapatkan akan menjadi acuan untuk frame berikutnya dalam menentukan apakah terdapat objek atau tidak, begitu seterusnya.

3.3.2. Diagram Alir Metode yang Diusulkan Pada gambar 3.1 ditunjukkan diagram alir metode yang diusulkan : Gambar 3.1 Diagram Alir Metode yang Diusulkan 17 Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir metode yang diusulkan, dimulai dari input yang akan diolah, kemudian citra video akan diubah menjadi bentuk frame yang selanjutnya frame ini akan diubah menjadi citra dalam aras keabuan (grayscale). Setelah itu akan dilakukan inisialisasi latar belakang

| | |
|--|---|
| | <p>awal yang akan digunakan sebagai background referensi untuk dibandingkan dengan frame selanjutnya, dalam proses perbandingan ini apabila piksel pada frame selanjutnya dideteksi sebagai objek maka output akan menunjukkan bahwa objek terdeteksi setelah itu akan dibuat model background baru, sementara apabila piksel dianggap sebagai background maka akan langsung dibuat model background-nya. Pembuatan model background dilakukan dengan cara mengupdate parameter, setelah itu akan kembali lagi untuk proses perbandingan 2 buah frame kembali, proses ini berlangsung hingga frame terakhir.</p> <p>3.3.3. Perolehan Citra Citra yang digunakan dalam pemrosesan dalam penelitian ini didapatkan dari sebuah action-cam yang diletakan secara statik didalam air. Citra video yang telah direkam oleh action-cam akan disimpan pada microSD. Penelitian ini belum bersifat real-time sehingga dalam pengolahan dan proses analisis nya dilakukan di waktu yang berbeda dengan proses pengambilan citra. Data akan diambil dalam tiga waktu yang berbeda yaitu pagi, siang, dan malam hari. Pada pengambilan data di malam hari akan dibantu penerangan oleh lampu celup bawah air.</p> <p>18 Selanjutnya citra diolah dengan menggunakan software microsoft visual studio C++ yang telah terinstall didalam personal computer dengan sistem operasi Windows 8.1 Pro, processor Intel core i5-5200U 2.7GHz, 4GB RAM.</p> <p>3.3.4. Pengolahan Awal Pengolahan awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengubah citra RGB menjadi citra grayscale, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi beban komputasi. Dengan pengubahan ini diharapkan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah citra akan lebih singkat dibandingkan apabila citra tidak diubah kedalam bentuk grayscale. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengubah citra RGB menjadi citra grayscale adalah :</p> $I = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ <p>Dimana I merupakan intensitas grayscale pada piksel, R adalah intensitas warna merah, G adalah intensitas warna hijau, dan B merupakan intensitas warna biru.</p> <p>3.3.5. Inisialisasi Distribusi Normal Latar Belakang Setelah dilakukan pengolahan awal, maka tahap selanjutnya adalah melakukan inisialisasi distribusi normal awal. Frame pertama pada citra video dianggap sebagai latar belakang pertama. Nilai rerata (μ) ditentukan oleh intensitas masing-masing piksel pada frame</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <p>pertama ini, sedangkan nilai varian pertama ditetapkan. Adapun sebuah persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai mean pada distribusi pertama adalah : $\sqrt{(3.2)}$ 19 Dimana adalah intensitas piksel (x,y), adalah nilai rerata intensitas piksel, dan adalah varian nilai intensitas piksel.</p> <p>3.3.6. Perbandingan Dua Buah Frame Setelah didapatkannya distribusi awal maka dilakukan proses perbandingan antara frame kedua dengan frame sebelumnya. Tahap ini merupakan tahap pencocokan frame dengan frame . Apabila terdapat piksel pada sebuah input tidak cocok dengan distribusi awal maka input tersebut masuk sebagai foreground, yang kemudian akan dibuat distribusi baru yang menggantikan distribusi yang paling tidak mencerminkan background. Model background yang telah didapatkan akan menjadi acuan untuk frame berikutnya dalam menentukan apakah terdapat objek atau tidak, hal ini berlanjut hingga frame terakhir dalam citra video input.</p> <p>3.3.7. Pembaruan Nilai Piksel Latar Belakang Apabila pada tahap perbandingan dua buah frame telah didapatkan hasilnya, maka akan dilakukan pembaruan atau update pada tiap piksel di frame tersebut. Parameter-parameter yang di-update adalah mean dan varian. Pembaruan nilai piksel latar belakang ini menggunakan persamaan : { (3.3) 20 Persamaan diatas merupakan persamaan yang digunakan untuk memperbarui parameter mean. Sedangkan parameter varian diperbarui menggunakan persamaan : { () () (3.4) Dimana adalah rerata intensitas piksel, adalah varian awal yang telah ditentukan. adalah konstanta pembaruan latar belakang, serta β adalah konstanta pemberharu varian. Dalam penelitian ini nilai dan β merupakan konstanta dengan nilai tertentu.</p> <p>3.3.8. Penentuan Objek Bergerak Objek bergerak ditentukan dengan cara apabila terdapat piksel-piksel yang memiliki nilai intensitas lebih besar dari nilai ambang, sementara piksel-piksel yang memiliki intensitas lebih kecil dari nilai ambang maka piksel tersebut dianggap sebagai background. Proses penentuan apakah nilai intensitas tiap piksel lebih kecil atau lebih besar dari nilai ambang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan : (3.5) 21 Dimana adalah nilai intensitas piksel saat ini, adalah nilai intensitas piksel pada model latar belakang, adalah nilai varian dari distribusi normal</p> |
|--|---|

| | |
|---|---|
| <p>BAB IV</p> <p>Kesimpulan dan Saran</p> | <p>5.1 Simpulan Adapun kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Metode Gaussians Mixture Model dapat digunakan dalam proses pendeteksian objek bergerak dalam air, dengan cara mengurangi frame T dengan model background T-1, yang dilakukan secara terus menerus hingga frame terakhir pada sebuah citra dinamis (video). 2. Diperlukan sebuah operasi tambahan yaitu operasi morfologi closing, supaya struktur bentuk objek dapat terlihat lebih sempurna. 3. Kinerja yang diberikan metode yang digunakan pada penelitian ini cukup memuaskan dengan nilai recall diatas 70% pada video pagi dan siang hari, namun untuk video malam hari nilai recall dibawah 50%. Dengan demikian kondisi pencahayaan sangat berpengaruh pada proses deteksi objek. <p>5.2 Saran Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya proses pengolahan citra dilakukan pada citra RGB. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir persamaan warna antara objek dan latar belakang. 2. Dilakukan pada kondisi kamera bergerak agar menyerupai kondisi lingkungan yang sebenarnya. 3. Dilakukan pada kondisi cuaca yang berubah-ubah misalnya saat hujan atau angin yang kencang. |
| <p>Daftar Pustaka</p> | <p>Amaluddin, F., dkk. 2015. Klasifikasi Kendaraan Menggunakan Gaussian Mixture Model (GMM) dan Fuzzy Cluster Means (FCM), Jurnal EECCIS Volume 9 No.1, pp. 19-24. Program Studi Magister Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Bradski, Gary. Kaehler, Adrian. 2008. Learning OpenCV. O'Reilly Media. Sebastopol, USA. C. Guyon, T. Bouwmans, E. Zahzah. 2012. Foreground Detection Based on Lowrank and Block-Sparse Matrix Decomposition, IEEE International Conferences on Image</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Processing (ICIP), pp 1225-1228. Febriyanto, A. 2013. Analisis Kinerja Background Substraction dan Haar-Like Feature Untuk Monitoring Pejalan Kaki Menggunakan Kamera Webcam, Laporan Tugas Akhir. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Gitakarma, M.S., Ariawan, K.U., Wigraha, N.A. 2014. Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan Amoba, Robot Berbasis Rov. Jurnal Sains dan Teknologi Volume 3 No. 2, pp. 393-409. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Pendidikan Ganesha. Hendrawan, A. 2014. Analisa Peningkatan Kualitas Citra Bawah Air Berbasis Koreksi Gamma Untuk Pencocokan Gambar Pada Algoritma SIFT, Jurnal Transformatika Volume 12 No. 1 pp. 27-34. Universitas Semarang. K. A. Joshi, D. G. Thakore. 2012. A Survey on Moving Object Detection and Tracking in Video Surveillance System, International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) Volume 2 issue 3 pp. 44-48. Kadir, Abdul. Susanto, Adhi. 2012. Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi. Yogyakarta. Solichin, Achmad. Harjoko, Agus. 2013. Metode Background Substraction untuk Deteksi Objek Pejalan Kaki pada Lingkungan Statis. Fakultas Teknologi Informasi. Universitas Budi Luhur. Setyawan, F. X., J. K. Tan, S. Ishikawa. 2013. Detecting Foreground Objects by Sequential Background Inference in Video Captured by A Moving Camera, Proceedings of the SICE Annual Conference 2013, pp. 1699-1672. Yoseph Ricky, Michael. Michael. 2009. Pengenalan Computer Vision Menggunakan OpenCV dan FLTK, edisi 1. Mitra Wacana Media. Jakarta.</p> |
|--|---|

3.

| | |
|---------|--|
| Penulis | <p>SYAKIR ALMAS AMRULLAH</p> <p>JURUSAN TEKNIK FISIKA</p> <p>Fakultas Teknologi Industri</p> <p>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>Surabaya 2017</p> |
|---------|--|

| | |
|----------------------|--|
| Judul | PERANCANGAN SISTEM INSPEKSI VISUAL BERBASIS COMPUTER VISION UNTUK PENGGOLOONGAN BUAH APEL |
| Tujuan Penelitian | <p>Buah apel memiliki beberapa macam varian yang masing-masing memiliki karakter khas yang berbeda. Perbedaan karakter antar varian menjadi penting untuk diketahui karena berkaitan dengan banyak hal dari sifat tanam dan kandungan kimia, hingga nilai jual dan pemanfaatannya. Proses inspeksi yang dilakukan secara manual dalam pengenalan jenis varian memiliki beberapa kekurangan seperti subjektifitas, inkonsistensi, tingkat kejenuhan, ketergantungan pada pengalaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan teknik computer vision pada sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan penciri-penciri visual khas varietas buah apel. Citra buah apel yang didapat menggunakan webcam disegmentasi dengan metode Canny. Kanal warna hue dan vektor kontur diekstrak dari citra untuk kemudian disimpan sebagai data acuan dan dibandingkan dengan nilai pada data uji. Proses pembandingan kedua penciri tersebut dilakukan dengan membandingkan selisih histogram kanal hue dari citra uji dengan citra acuan. Sedangkan kemiripan bentuk antara citra uji dengan acuan dilakukan dengan membandingkan kontur dari citra uji dan citra acuan. Proses pengambilan keputusan dari proses pengenalan ini dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor.</p> |
| BAB I Pendahuluan | <p>1.1 Latar Belakang</p> <p>Beradasrkan laporan yang dirilis oleh Direktorat Jenderal Holtikultura Kementrian Pertanian tahun 2015, produk pertanian apel berada di urutan 12 berdasarkan urutan kontribusi produksi nasional tahun 2014. Dokumen yang sama menyebutkan bahwa Provinsi Jawa Timur menempati posisi pertama produsen buah apel dengan total produksi pada tahun 2014 sebesar 242,762 ton dari 242,915 ton produksi nasional. Sedangkan dalam dokumen rencana strategis</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>pemerintah yang juga dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Holtikultura menyebutkan bahwa sasaran produksi buah apel pada tahun 2015 hingga 2019 akan terus naik hingga angka target 326,541 ton untuk produksi tahun 2019 (Dirjen Holtikultura, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa kecenderungan produksi dan konsumsi apel masyarakat Indonesia cukup besar dan menjadi salah satu pilihan utama pemenuhan kebutuhan konsumsi buah masyarakat. Buah apel meskipun bukan produk buah asli kawasan Indonesia, namun sudah menjadi salah satu produk holtikultura yang paling banyak dikonsumsi masyarakat, baik untuk konsumsi harian, sajian pesta, tanda mata, ataupun upacara keagamaan. Selain dikonsumsi secara langsung, juga diolah dalam bentuk-bentuk turunan seperti manisan, kripik, dodol, dan minuman. (Sutopo, 2015) Buah apel memiliki banyak varietas yang masing-masing memiliki kekhasan baik dari sifat fisik maupun sifat kimia yang kemudian berpengaruh pada teknik produksi, harga jual, pengolahan, dan pemanfaatannya (Sa'adah & Estiasih, 2015), (Sutopo, 2015). Produksi yang besar dan munculnya kebutuhan untuk mengklasifikasikan produk dengan parameter tertentu menjadikan proses pengenalan produk pertanian menjadi 2 salah satu tahapan yang terpenting sebelum tahap penjualan atau pengolahan lanjutan (Kodagali & Balaji, 2012). Proses pengelompokan dan proses penilaian mutu suatu jenis buah bergantung pada parameter mutu yang digunakan. Secara umum, parameter penentu ini dapat dibagi ke dalam dua jenis besar, yaitu parameter internal seperti rasa, aroma, tingkat kemasaman, kandungan gula, dan kandungan nutrisi. Selain itu ada juga parameter eksternal yang didapat dari penampakan visual buah seperti ukuran, bentuk, warna, tekstur, serta cacat-cacat fisik (Ohali, 2010), (Yogita & Sakthivel, 2014).</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>Demikian halnya penentuan varietas buah apel seperti yang dilansir dalam laman www.applename.com (sebuah laman hasil kerjasama 5 organisasi bidang pertanian dari Amerika Serikat, Kanada, dan Inggris), varietas apel dapat diidentifikasi berdasarkan penampakan visual dari kulit buah, bentuk buah, tangkai, daging buah, biji, rasa, serta sifat tanamnya. Proses pengenalan (recognition) atau pendugaan yang dilakukan secara manual dengan tenaga manusia memiliki kecenderungan sifat subjektif, selain kecenderungan bahwa persepsi manusia dapat terkecoh ketika digunakan untuk mengukur tekstur, warna, bau, dan parameter lainnya. Selain itu, karakter dari inspeksi manual yang sangat bergantung pada pengalaman, pelatihan, durasi kerja, serta kondisi lingkungan dan psikologis, dapat berdampak pada timbulnya inkonsistensi dan ketidakseragaman hasil atau waktu proses (Brosnan & Sun, 2004) (Li, dkk. 2009) (Kandi, 2010) (Ohali, 2010) (Eissa & Khalik, 2012). Sistem inspeksi berbasis computer vision yang secara garis besar terdiri dari dua komponen utama berupa kamera atau sistem sensor dan sistem komputasi pengolah data telah lama diteliti untuk kegunaan analisis produk makanan dan pertanian seperti produk roti, daging, ikan, sayuran, gandum, termasuk diantaranya untuk inspeksi tempat penyimpanan makanan, serta penggunaan pada bidang-bidang lain seperti</p> <p>3</p> <p>diagnosa medis, automasi, penginderaan jauh, dan forensik (Brosnan & Sun, 2004). Teknologi computer vision secara umum mendasarkan tujuannya pada dua hal, yaitu penilaian kualitas dan pencarian cacat (Khojastehnazhand, dkk 2010). Teknologi computer vision juga telah diterapkan dalam aplikasi lain seperti klasifikasi bentuk, pendeteksian cacat produk, dan klasifikasi varietas produk. (Brosnan & Sun, 2004) Teknik ini mulai banyak digunakan untuk keperluan</p> |
|--|---|

inspeksi dan evaluasi karena memiliki sifat yang cepat, ekonomis, konsisten, dan objektif (Kodagali & Balaji, 2012)

(Eissa & Khalik, 2012). Demikian sehingga teknik computer vision memiliki potensi untuk dapat dijadikan sebagai alternatif dalam menghindari kesalahan yang timbul dalam proses inspeksi secara manual dalam penentuan varietas buah apel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka penelitian ini mengangkat permasalahan berkaitan dengan, • Bagaimana merancang sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan citra dua dimensinya. • Bagaimana menerapkan sistem computer vision untuk mengekstrak dan menganalisis penciri warna dan bentuk dari citra buah apel. 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain: • Merancang sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan citra dua dimensinya. • Menerapkan teknik computer vision pada sistem pengenalan varietas apel dengan ekstraksi dan analisis penciri warna dan bentuk buah. • Menguji sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan penciri warna, penciri bentuk, dan kombinasi penciri warna dan bentuk

4

1.4 Batasan Masalah

Agar ruang bahasan dalam penelitian ini menjadi jelas dengan tidak mengurangi tujuan penelitian, maka ditetapkan batasan-batasan pendekatan sebagai berikut: • Pengukuran dilakukan dalam skala laboratorium

- Jenis varian apel yang digunakan adalah anna, fuji, dan red delicious

- Penciri visual yang diekstrak adalah warna kulit buah dan

| | |
|---------------------------------------|--|
| | <p>bentuk buah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posisi objek saat diukur adalah diam • Posisi serta jarak objek terukur dengan kamera pengindra dibuat tetap |
| <p>BAB II</p> <p>Tinjauan Pustaka</p> | <p>Bagian ini menguraikan pendekatan-pendekatan teoritik untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat pada bagian Pendahuluan sehingga tujuan penelitian dapat dicapai. 2.1 Sistem Inspeksi Visual</p> <p>Citra suatu objek umumnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi informasi fisis dari objek tersebut, seperti warna, ukuran, dan banyaknya jumlah objek dalam citra. Citra berdimensi tiga dan berwarna mengandung informasi-informasi topografi, panjang gelombang, dan tekstur yang relatif lebih banyak dibanding informasi yang bisa diperoleh dari citra biner. Sistem inspeksi visual dalam hal ini memanfaatkan citra untuk mengidentifikasi informasi tertentu dari objek yang dicitrakan. Pentingnya proses inspeksi tidak terlepas dari perkembangan dunia industri yang membutuhkan adanya pengawasan produksi yang berlangsung secara cepat dan/atau masif. Proses inspeksi secara manual dengan menggunakan tenaga manusia memiliki kecenderungan tingkat kesalahan yang lebih besar jika bekerja dalam periode yang lama. Beberapa hal yang menjadi kelemahan dari sistem inspeksi manual berkaitan dengan adanya pengaruh dari kelelahan dan tingkat pengalaman, yang berpengaruh pada inkonsistensi, dan tingkat homogenitas yang rendah. Sistem inspeksi visual memanfaatkan dua hal, yaitu kamera atau sensor untuk pengambilan data visual, dan sistem komputasi untuk mengolah, menganalisis dan menafsirkan data. Pengkondisian lingkungan kerja dan perawatan sensor atau kamera pengindra menjadi hal yang penting dalam teknik ini. Jika ditinjau dari segi otomasi, maka penggunaan kamera dapat mengurangi kesulitan yang timbul jika inspeksi</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>dilakukan secara manual. Keunggulan utama dari sistem ini</p> <p>6</p> <p>adalah kemudahannya dalam beradaptasi pada produk yang berbeda, atau terhadap perubahan aturan. Selain dapat diprogram secara masal dan ditirukan pada mesin lain, dan dapat bekerja dengan durasi yang lebih lama dari sistem inspeksi manual, juga dapat menjaga konsistensi, dan memiliki kecepatan rerata yang lebih besar dibanding sistem inspeksi secara manual. Sedangkan tantangan dalam sistem ini adalah berkaitan dengan pengkondisian pencahayaan lingkungan kerja yang harus dikendalikan, pemilihan perangkat lunak, intoleransi terhadap variasi komponen amatan, dan keterbatasan kecerdasan yang disesuaikan dengan aturan yang telah dilatih dan ditetapkan dalam sistem (Smith & Adendorff, 1991).</p> <h3>2.2 Computer Vision</h3> <p>Sistem penginderaan manusia (dalam hal ini mata) menerima informasi struktur tiga dimensi dari lingkungan yang diamati dan mengolahnya dalam otak untuk kemudian mengambil kesimpulan-kesimpulan tertentu berdasarkan persepsi dan pengalamannya, semisal menentukan jumlah, bentuk, atau warna objek amatan. Pun juga mencari perbedaan ataupun mencari kesamaan suatu objek dengan objek lain. Teknologi computer vision dikembangkan dengan memanfaatkan fungsi-fungsi matematis untuk menampilkan kembali informasi tiga dimensi suatu objek fisik dalam citra digital. Pemanfaatan computer vision telah meluas pada bidang-bidang teknologi seperti rekaan topografi dari kumpulan citra digital, pengamatan objek berjalan, serta deteksi dan pengenalan objek (Szeliski, 2010). Secara garis besar, sistem berbasis computer vision terdiri dari tiga proses utama, yaitu proses akuisisi citra, pemrosesan citra digital, dan analisis atau pengambilan keputusan. Sensor (biasanya berupa kamera) dengan</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>pencahayaan yang cukup mengakusisi citra objek yang akan diamati dan mentransformasikannya ke dalam format digital.</p> <p>7</p> <p>Citra digital yang telah diperoleh selanjutnya mengalami pemrosesan dan dianalisis dengan perangkat lunak untuk mendapatkan penciri-penciri atau parameter kualitas tertentu yang dibutuhkan. Dari hasil analisis tersebut kemudian diambil keputusan yang didasarkan pada kebutuhan dan latihan dengan interfensi manual (Yogitha & Sakthivel, 2014). Penelitian dan pengembangan teknologi computer vision telah berkembang dan terus dikembangkan sejak beberapa dekade yang lalu. Diantara penelitian tersebut mengambil spesialisasi dalam dunia pertanian seperti yang ada dalam penelitian ini. Yogitha dan Sakthivel (2014) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan sistem inspeksi kualitas buah mangga tingkat lanjut menggunakan distributed network architecture yang terdiri dari unit kamera sebagai sensor dan sistem komputer sebagai pengolah citra serta instrumen pembentuk deskripsi yang terhubung dalam lingkungan Gige LAN. Faktor kualitas eksternal buah mangga yang diamati dalam penelitian ini meliputi ukuran, bentuk, dan warna. Penciri ukuran diambil dari banyaknya piksel citra buah yang telah disegmentasikan. Proses grading dilakukan dengan kombinasi dari faktor-faktor tersebut dengan sistem yang berjalan dalam platform VS C++. Pada penelitian lain oleh Changyong Li (2009), sistem grading tomat didasarkan pada warna dominan yang dilakukan dengan mengkuantisasi histogram dari kanal warna HSV. Tahapan awal dilakukan proses segmentasi citra buah yang telah diakusisi dan ditransformasi dalam ruang warna Ohta. Setelah objek dan latar belakang citra dipisah kemudian dilakukan proses filtering menggunakan algoritma vector</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>median filtering untuk mengurangi efek derau pada citra. Citra objek dikonversi ke dalam ruang warna HSV yang selanjutnya dilakukan pengamatan dan perbandingan histogram antara citra tomat acuan dan tomat yang diuji.</p> <p>8</p> <p>Tingkat kesamaan tertinggi menjadi parameter penentuan kelas (grade) dari sampel yang diuji. Penelitian Toyman dan Kuscu (2014) terfokus pada perancangan sistem grading buah apel secara realtime berdasarkan warna dan ukuran buah. Tiga varietas apel yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas golden, starking, dan jonagold. Proses akuisisi citra dilakukan dengan kamera CMOS dengan resolusi 1.3 megapiksel yang terhubung dengan komputer melalui lingkungan Matlab. Citra objek apel diekstrak dari citra keseluruhan dengan menentukan nilai ambang batas (threshold) dan melakukan pencadaran atau masking terhadap gabungan komponen S dalam ruang warna HSV, komponen a dalam ruang warna CIE L^*a^*b, dan komponen Y dalam ruang warna CIE XYZ. Ukuran buah ditentukan dari jumlah piksel objek yang ada pada sumbu x dan y. Sedangkan penciri warna ditentukan dari besar intensitas dan dispersi warna objek. Pada bagian ini, dilakukan proses thresholding dari komponen warna merah dari komponen a pada ruang CIE L^*a^*b dan warna kuning pada komponen Y dari ruang CIE XYZ. Proses sortasi dan grading jeruk dilakukan oleh Naeem Sattar, dkk (2014) dengan memisahkan jeruk yang matang dan tidak cacat dari jeruk yang masih hijau atau memiliki cacat antrachnose atau stem-end injury. Jeruk yang matang dan tidak cacat selanjutnya diklasifikasikan kembali ke dalam tiga kelas berdasarkan ukurannya. Sistem yang dibangun dalam penelitian ini terbagi ke dalam dua proses utama, yaitu segmentasi citra dan proses sortasi. Segmentasi dilakukan</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>dengan melakukan binary masking dengan teknik adaptive threshold Otsu pada kanal warna hue dan saturasi secara terpisah, serta pengurangan noise dengan teknik morphological opening-closing. Proses sortasi diawali dengan menerapkan ambang batas pada nilai mean dari kanal warna merah. Citra dengan nilai mean warna merah di atas ambang batas diartikan sebagai buah yang matang (tidak mentah</p> <p>9</p> <p>dan/atau mengalami antrachnose) yang kemudian dipisahkan dari yang mengalami stem-end injury dengan menentukan nilai rasio dua luas lingkaran terbesar yang terdeteksi. Proses sortir ukuran dilakukan dengan deteksi tepi dan perhitungan luasan yang didapat dari panjang diagonal segiempat imajiner yang mampu menutupi seluruh bagian citra buah yang tersegmentasi. Dalam penelitian Kandi (2010), teknik computer vision diterapkan dalam pendeteksian cacat visual dan proses grading dari buah pisang dan prem. Sumber cahaya standar D65 digunakan dengan pencahayaan difus dan kamera yang terhubung dengan komputer untuk mengambil citra buah amatan. Citra buah dikonversi ke dalam ruang warna HSV untuk kemudian disegmentasikan berdasarkan histogram kanal Saturasi. Proses grading dan deteksi cacat dilakukan dengan melakukan proses kuantifikasi histogram kanal warna Hue, dengan terlebih dahulu menentukan ambang batas dari Hue buah yang dijadikan standar. Sistem sortasi dan grading ditawarkan oleh Ohali (2010)</p> <p>untuk proses grading buah kurma. Sistem terdiri dari sistem mekanik yang memposisikan buah satu persatu pada konveyor berjalan sedemikian hingga buah menuju bilik pengambilan gambar yang terhubung dengan komputer untuk diolah dan disimpulkan yang selanjutnya dari hasil tersebut dikirim ke sistem pemisah mekanik. Sistem computer vision terdridari pengambilan citra dengan dua kamera webcam</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <p>yang diletakkan berhadapan. Pra-pemrosesan dilakukan dengan mengekstraksi tepi objek dengan operator Sobel. Penciri eksternal yang diekstraksi pada sistem ini meliputi kelembekan daging buah, ukuran dan bentuk buah, intensitas warna, dan cacat yang tampak pada kulit buah. Penciri kelembekan ditentukan dari distribusi intensitas warna, sedangkan penciri ukuran ditentukan dari luas area yang tertutup piksel citra objek. Penciri bentuk diambil dari ketidakteraturan bentuk yang ditentukan dari koefisien 10 Fourier. Dan penciri cacat kulit ditentukan dari variasi intensitas warna. Algoritma BPNN digunakan untuk proses klasifikasi. Sistem sortir dan klasifikasi buah lemon dalam penelitian Khojastehnazhand (2010) menggunakan penciri warna dan volume sebagai acuannya. Citra lemon yang diakuisisi menggunakan dua buah kamera yang terhubung dengan komputer terlebih dahulu dipisahkan dari permukaan latar belakang yang berwarna putih dengan membandingkan nilai RGB antara citra permukaan berobjek dan permukaan ketika tidak ada objek. Evaluasi penciri warna dilakukan pada ruang warna HSI. Sedangkan volume objek dihitung dengan terlebih dahulu membagi citra ke dalam jumlah blok tertentu dan volume ditentukan dari jumlah blok yang tertutup oleh citra objek. Naganur, dkk (2010) membuat sistem sortasi enam jenis buah berdasarkan warna citra digitalnya dan grading masing-masing buah berdasarkan ukurannya. Pengambilan kesimpulan dalam proses sortasi maupun grading menggunakan algoritma logika fuzzy mamdani. Proses sortasi jenis buah dilakukan dengan mengekstrak penciri warna dalam ruang warna CMY dan membandingkan kanal warna dari masing-masing warna kuning, merah, dan hijau. Sedangkan proses grading dilakukan dengan mengekstrak penciri geometris dari gambar yang telah dipisahkan dari latar</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>belakang dan dihitung dari besar minor dan major axis. 2.3 Pengolahan Citra Digital</p> <p>Citra digital secara umum dapat dipandang sebagai representasi diskrit dari suatu data yang memiliki informasi spasial dan intensitas, meskipun dalam perkembangannya yang lebih jauh dapat dipandang sebagai suatu sinyal multidimensional. Citra digital 2 dimensi dengan matriks $m \times n$ merepresentasikan respon sensor pencitraan pada titik-titik tertentu dari koordinat kartesian $m \times n$ setelah mengalami</p> <p>11</p> <p>proses diskretisasi pada sensor, dengan indeks m dan n secara berurutan merujuk pada baris dan kolom dari citra digital. Sedangkan pixel atau piksel (singkatan dari picture element) merupakan representasi elemen terkecil dari citra digital dan memiliki nilai numerik sebagai informasi dasar dari suatu citra (Solomon & Breckon, 2011). Suatu citra seperti yang telah disebutkan sebelumnya, mengandung informasi intensitas dimana satu citra dapat memiliki satu atau lebih kanal warna yang menggambarkan intensitas atau warna dari piksel tertentu dari citra. Setiap piksel memiliki nilai numerik tertentu yang merepresentasikan level sinyal pada titik tersebut, yang selanjutnya melalui colour map dapat ditampilkan sebagai suatu citra digital. Colour map memberikan penilaian tertentu pada tiap nilai numerik matriks citra digital untuk dapat menjadikan data-data tersebut tervisualisasi sebagai suatu citra. Selain ditampilkan dalam satu nilai numerik, setiap piksel juga dapat direpresentasikan dalam bentuk vektor tiga lapis yang dapat merepresentasikan lebih banyak spektrum warna, seperti komponen Red (merah), Green (hijau), dan Blue (biru), atau disingkat RGB, dimana warna dari tiap piksel direpresentasikan dari kombinasi linear tiga warna dasar pada masing-masing bidang planar. Representasi warna yang lain bisa didapatkan dengan menggunakan komponen</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>Hue, Saturation, dan Value, yang selanjutnya disingkat HSV, dimana nilai intensitas dipisahkan dari informasi warna yang ada pada komponen H dan S (Solomon & Breckon, 2011). Pemetaan persebaran intensitas dalam suatu citra dapat direpresentasikan menggunakan histogram. Histogram citra digital merupakan pemetaan frekuensi relatif dari kemunculan piksel dengan nilai tertentu dari suatu citra. Sebagai contohnya, histogram dari citra aras abu dapat ditentukan dengan menghitung seberapa sering kemunculan tiap nilai (dari 0 sampai 255) pada citra. Jika histogram tersebut dinormalisasikan sehingga total frekuensi bernilai 1 maka</p> <p>12</p> <p>akan menghasilkan fungsi kerapatan probabilitas diskrit. Inspeksi visual terhadap histogram citra dapat memperlihatkan adanya kontras pada citra atau adanya potensi perbedaan distribusi warna dari komponen latar depan (atau objek) dengan latar belakangnya (Solomon & Breckon, 2011).Histogram citra berwarna yang mengandung informasi frekuensi kemunculan nilai warna dapat dimanfaatkan untuk mencari tingkat kesamaan warna suatu citra dengan citra yang lain secara numerik. Sehingga dari informasi tersebut dapat ditentukan seberapa mirip warna yang dibandingkan.</p> <h2>2.4 Pengenalan Pola Visual Citra Digital</h2> <p>Citra digital dapat digunakan untuk memperoleh informasi-informasi fisis dari objek dalam citra. Tiap jenis objek memiliki ciri khas yang membedakannya dengan objek yang lain. Jika ditarik dari belakang, maka ekstraksi informasi-informasi khas dalam suatu citra dapat digunakan untuk menjelaskan atau mengenali jenis objek yang ada dalam citra. Pada penelitian ini, pengenalan jenis apel dilakukan dengan mengekstrak informasi fisis berupa warna dan geometri objek dari citra dua dimensinya.</p> <h3>2.4.1 Pengenalan Pola Visual dengan Parameter</h3> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>Kanal Warna Hue</p> <p>Representasi warna dari suatu citra didapatkan dari satu atau kombinasi dari beberapa kanal warna dalam citra. Secara matematis, suatu citra merupakan kumpulan nilai yang dipetakan pada titik-titik tertentu. Citra aras abu atau citra biner hanya memiliki satu nilai numerik alias hanya menggunakan satu kanal warna untuk tiap piksel yang merepresentasikan besar intensitas pada piksel tersebut. Sedangkan citra RGB (true colour) maupun HSV (perceptual colour) merepresentasikan warna citra dari aras tiga dimensi. Perceptual colour space yang disebutkan terakhir menjadi</p> <p>13</p> <p>alternatif dalam merepresentasikan citra true colour (RGB) agar lebih sesuai dan lebih menyerupai persepsi manusia terhadap warna, dan salah satu ruang warna tersebut adalah ruang warna HSV. Ketiga kanal dalam ruang warna HSV dapat dijelaskan sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hue merepresentasikan panjang gelombang dominan dari warna citra • Saturation merujuk pada banyaknya campuran warna putih dalam warna citra, dan • Value berkaitan dengan kecerahan atau luminansi dari warna citra <p>Pengujian kanal warna pada ruang HSV memberikan keuntungan (dibanding ruang RGB) dengan tingginya konsistensi hasil dari warna citra kanal hue meskipun terdapat perbedaan kondisi pencahayaan. Sehingga ruang HSV dapat digunakan dalam proses segmentasi objek berbasis warna. (Solomon & Breckon, 2011)</p> <p>2.4.2 Pengenalan Pola Visual dengan Momen Invarian</p> <p>Konsep momen dalam bidang statistika berkaitan erat</p> |
|--|--|

dengan dasar-dasar teori probabilitas. Sebagai ilustrasinya, apabila suatu fungsi probabilitas diekspresikan dengan $p(x)$

yang menyatakan distribusi variabel acak x , maka momen ke- n dari fungsi tersebut didapatkan melalui persamaan

$$\mu_n = \int_{-\infty}^{\infty} x^n p(x) dx \quad (2.1)$$

Jika nilai n bernilai 0 (momen ke-nol) maka fungsi di atas akan memberikan nilai luasan dari area di bawah fungsi $p(x)$. Sedangkan momen pertama (n bernilai 1) akan merupakan nilai mean dari variabel acak x . Momen pusat dari fungsi kerapatan yang menggambarkan variasi nilai mean didefinisikan sebagai

$$\mu_n' = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^n p(x) dx \quad (2.2)$$

14

Momen dengan orde di atas dua dapat memberikan informasi-informasi berkaitan dengan bentuk dari fungsi kerapatan. Pengenalan terhadap nilai-nilai unik dari kesemua momen akan memberikan pencirian khas dari fungsi kerapatan. Demikian sehingga didapati bahwa nilai dari tiap momen ini secara bersamaan menyimpan informasi bentuk dari fungsi kerapatan. Perhitungan nilai momen pada citra dilakukan dengan

menempatkan fungsi intensitas citra $I(x,y)$ sebagai pengganti fungsi $p(x)$ di atas. Perhitungan nilai momen ini akan menggambarkan karakteristik dari bentuk yang ada dalam citra (Solomon & Breckon, 2011). Ming-Kuei Hu (1962) menawarkan teori momen

invarian dua dimensi untuk citra bidang datar. Terdapat 7

momen yang tidak terpengaruh terhadap perlakuan translasi, penyekalaan, dan rotasi. Enam momen absolute orthogonal invariant yang terdiri dari momen orde dua dan tiga sebagai berikut:

$$4 \text{ } (\text{ }) (\text{ }) (2.8)$$

$$6 \text{ } (\text{ }) (\text{ }) (\text{ })$$

$$(3 \text{ }) (\text{ }) 3 (\text{ }) (\text{ }) (2.7)$$

$$5 \text{ } (3 \text{ }) (3 \text{ }) (\text{ }) 3 (\text{ })$$

$$4 \text{ } (3 \text{ }) (3 \text{ }) (2.6)$$

$$3 \text{ } (3 \text{ }) (3 \text{ }) (2.5)$$

$$2 \text{ } (\text{ }) 4 (2.4)$$

$$1 (2.3)$$

$$11 \text{ } 30 \text{ } 12 \text{ } 21 \text{ } 03$$

$$2$$

$$21 \text{ } 03$$

$$2$$

$$20 \text{ } 02 \text{ } 30 \text{ } 12$$

$$2$$

$$21 \text{ } 03$$

$$2$$

$$21 \text{ } 03 \text{ } 21 \text{ } 03 \text{ } 30 \text{ } 12$$

$$2$$

$$21 \text{ } 03$$

$$2$$

$$30 \text{ } 12 \text{ } 30 \text{ } 12 \text{ } 30 \text{ } 12$$

$$2$$

$$21 \text{ } 03$$

$$2$$

$$30 \text{ } 12$$

$$2$$

$$21 \text{ } 03$$

$$2$$

$$30 \text{ } 12$$

| | |
|--|--|
| | <p>11</p> <p>2 2</p> <p>20 02</p> <p>20 02</p> <p>momen</p> <p>momen</p> <p>momen</p> <p>momen</p> <p>momen</p> <p>momen</p> <p>dan satu momen skew orthogonal invariant sebagai berikut, $\square \square$</p> <p>$(3)(\square)3(\square)(\square) \square (2.9)$</p> <p>$7(3)(\square)(\square)3(\square)$</p> <p>2</p> <p>21 03</p> <p>2</p> <p>30 12 21 03 30 12</p> <p>2</p> <p>21 03</p> <p>2</p> <p>21 03 30 12 30 12</p> <p>15</p> <p>2.5 Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbor</p> <p>Proses klasifikasi memainkan peranan penting dalam banyak bidang keseharian sebagai tahapan awal sebelum melakukan proses lain yang lebih rumit. Kaitannya dengan pemrosesan citra, proses klasifikasi bertujuan untuk mengidentifikasi ciri khas, pola, ataupun struktur dalam citra untuk kemudian memisahkannya dalam kelas yang lebih spesifik. Proses klasifikasi meskipun hanya meniru pola respon dari manusia, namun memiliki tujuan lain yaitu untuk</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>membangun sistem klasifikasi yang lebih efektif dipandang dari segi biaya dan bersifat otomatis tanpa intervensi langsung dari tenaga manusia. Secara umum, proses membangun sistem klasifikasi otomatis memerlukan rancangan dan pelatihan secara manual pada dua aspek, yaitu spesifikasi tugas, dan pelabelan kelas. Spesifikasi tugas berkaitan dengan penentuan jenis-jenis kelas yang akan dibangun dan parameter-parameter yang akan diamati. Sedangkan proses pelabelan kelas berkaitan dengan proses pelatihan (training) secara manual dengan intervensi manusia pada proses awal untuk membangun definisi yang direkam dalam sistem otomatis tersebut (Solomon & Breckon, 2011). Salah satu teknik klasifikasi yang umum dijumpai adalah teknik K-Nearest Neighbors (KNN). Teknik ini dilakukan dengan terlebih dahulu menyimpan semua data training dalam database. Selanjutnya data-data baru yang akan diuji dibandingkan dengan semua data training yang ada untuk ditentukan sejumlah K (K merujuk pada bilangan bulat) titik-titik mana saja yang paling mendekati sampel uji tersebut. Kesimpulan klasifikasi diambil dengan melakukan voting dari sejumlah K data tersebut, kelas mana yang paling banyak berulang. (Bradski & Kaehler, 2008)</p> |
| <p>BAB II</p> <p>Metodologi penelitian</p> | <p>Bagian ini berisi uraian tentang bahan dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak serta tahapan atau tata laksana penelitian yang berkaitan dengan uraian pada bab sebelumnya. Algoritma penelitian dan rencana pengolahan atau analisis hasil akan dijelaskan dalam bagian ini.</p> <p>Gambar 3.1. Diagram alir penelitian</p> <p>18</p> <p>Dalam rangka mencapai tujuan dari penelitian ini, langkah-langkah penelitian dirumuskan sehingga dapat dilaksanakan secara terstruktur. Tahapan-tahapan penelitian</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>yang digambarkan dalam gambar 3.1. akan diuraikan lebih jauh sebagai berikut.</p> <h3>3.1 Studi Literatur</h3> <p>Studi literatur dilakukan untuk mengetahui konsep-konsep dasar yang menunjang penelitian ini. Literatur yang dikaji pada penelitian ini berkaitan dengan sistem inspeksi visual, teknik computer vision, teknik image processing, histogram citra digital, kanal warna hue, analisis struktur dan deskripsi bentuk, K-Nearest neighbor, dan varietas buah apel.</p> <h3>3.2 Persiapan Alat dan Bahan</h3> <p>Peralatan, perangkat, dan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem inspeksi visual berbasis computer vision ini adalah sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Webcam Logitech C170 • Kain putih • Cat semprot warna perak • Kertas duplex • Lampu LED strip • Adaptor tegangan DC • Wadah setengah bola diameter 35cm • Visual Studio Community 2015 dan pustaka OpenCV 3.0.0 <h3>3.3 Perakitan Bilik dan Sistem Akuisisi</h3> <p>Bilik akuisisi citra dibuat dengan menggunakan wadah setengah bola dengan diameter 35 cm yang dirakit dengan kamera dan sumber cahaya LED sebagai berikut,</p> <p>19</p> <p>Gambar 3.2. Rangkaian sistem akuisisi citra (tampak samping dan tampak bawah)</p> <p>Bagian dalam wadah setengah bola dilapisi dengan kain yang disemprot dengan cat berwarna perak sehingga dapat memantulkan cahaya dari LED strip yang dipasang menghadap ke arah dalam wadah. Pemasangan LED menghadap ke arah dalam wadah dimaksudkan untuk menghasilkan sumber cahaya tak langsung untuk mengurangi efek pantulan pada permukaan objek amatan. Kamera</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>Logitech C170 dipasang pada bagian atas wadah setengah lingkaran menghadap ke bawah. Kamera terhubung langsung dengan komputer sebagai pengatur proses pencitraan dan pengolah hasil pencitraan dari kamera.</p> <h3>3.4 Pengujian Fungsi Transfer Modulasi Kamera</h3> <p>Penentuan fungsi transfer modulasi merupakan standar pengujian untuk mengetahui tingkat presisi sistem pencitraan, termasuk webcam yang digunakan dalam penelitian ini. Inti pengujian ini adalah pemilihan frekuensi spasial yang paling baik sedemikian hingga tidak terpengaruh error akibat aliasing. Fungsi transfer modulasi diperoleh dari pengukuran pelemahan atau reduksi dari modulasi yang terjadi saat sistem pencitraan menangkap citra dari kisi-kisi yang memiliki fungsi kerapatan tertentu. Pada penelitian ini, citra balok hitam-putih ditangkap dengan resolusi kamera 640x480 piksel</p> <p>20</p> <p>dan diolah menggunakan perangkat QuickMTF. Dari pengujian ini didapatkan grafik sebagai berikut,</p> <p>(a) citra balok hitam-putih pengujian MTF</p> <p>(b) grafik pengujian MTF</p> <p>Gambar 3.3. Pengujian fungsi transfer modulasi</p> <p>Dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa webcam yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat ketelitian MTF 50% untuk membedakan hingga 7.9 lingkaran/baris per milimeter. Nilai ini didapatkan pada resolusi kamera 640x480 piksel.</p> <h3>3.5 Perancangan Program Sistem inspeksi visual penggolongan buah apel dalam penelitian ini dimulai dari proses akuisisi citra, pra</h3> <p>21</p> <p>pengolahan, ekstraksi penciri bentuk, ekstraksi penciri warna, data training, dan klasifikasi. Gambar 3.3. menunjukkan alur dalam program yang dirancang dengan Visual Studio Community 2015 dengan library OpenCV 3.0.0.</p> |
|--|--|

Gambar 3.4. Diagram alir program penelitian

Proses-proses yang terjadi dalam rancangan program

dalam gambar 3.3. akan diuraikan dalam bagian selanjutnya. 3.5.1 Akuisisi Citra

Brosnan & Sun (2004) mengutip Wang & Sun (2002)

bahwa secara umum sistem computer vision terdiri dari lima komponen dasar, yaitu sistem pencahayaan, kamera, frame grabber atau digitizer, perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Terdapat banyak jenis sensor yang dapat digunakan sebagai instrumen akuisisi citra untuk tujuan yang berbeda,

22

seperti sensor ultrasound, sinar x, scanner, kamera termal, dan spektrosopi NIR (Brosnan & Sun, 2004). Penelitian ini menggunakan kamera CCD merek dagang

Logitech C170 dengan resolusi 5 megapiksel dan menghasilkan citra dalam ukuran 640x480 piksel. Cahaya dari luar yang melewati lensa kamera diproyeksikan permukaan sensor dan dikonversikan dalam format digital. Proses konversi citra ke dalam bentuk numerik disebut juga dengan digitisasi. Citra dipetakan dalam koordinat dua dimensi yang tiap titiknya terdiri dari satu piksel menggunakan komponen frame grabber. (Brosnan & Sun, 2004) Proses digitisasi dilakukan secara in situ dalam komponen kamera dan ditransfer lewat antarmuka USB dengan perangkat lunak komputer secara realtime. 3.5.2 Deteksi Tepi

Tahap ini dilakukan dengan menerapkan proses pengaburan (blur) ukuran 3x3 pada citra aras abu sehingga mengurangi efek derau pada citra untuk selanjutnya dilakukan pendeteksian tepi menggunakan metode canny. Tepi terdeteksi dari metode canny selanjutnya digunakan untuk menentukan kontur dalam citra. Kontur-kontur yang telah diperoleh tidak semuanya diproses, hanya yang terbesar saja yang digunakan yang diasumsikan sebagai kontur terluar dari

objek amatan. Kontur yang telah didapatkan selanjutnya digunakan dalam proses pencadaran (masking) untuk memisahkan objek amatan dari gambar latar belakang. Diantara proses yang umum diaplikasikan pada tahap pra-pengolahan adalah operasi deteksi tepi. Deteksi tepi merujuk pada proses identifikasi dan penentuan titik terjadinya diskontinyu secara tajam dalam citra (Chinu, 2014). Kemampuan deteksi tepian citra dapat memudahkan proses lokalisasi objek sedemikian hingga proses analisis menjadi lebih efisien dan menyederhanakan proses dengan mengurangi jumlah data yang diproses.

23

Algoritma deteksi tepi Canny yang disebut juga sebagai optimal edge detector memberikan pendekatan perhitungan penentuan tepi berdasarkan enam langkah dasar yang terdiri dari penghalusan, penentuan gradien, perhitungan arah, penindihan non maksimum, ambang batas ganda, serta pelacakan tepi dengan histeresis. Tahap penghalusan dilakukan dengan proses blurring untuk menghilangkan derau pada citra. Penentuan gradien dilakukan untuk mendapatkan kekuatan tepi dengan operator gaussian. Perhitungan arah tepi dilakukan dengan rumus trigonometri sederhana sehingga arah dari tepi diketahui dan piksel yang sesuai dengan arah tepi saling dihubungkan. Selanjutnya penindihan/penghilangan non maksimum dilakukan sepanjang tepi sehingga hanya tepi yang bernilai maksimum yang ditandai. Proses akhir dilakukan dengan menghilangkan garis-garis putus pada tepian objek dengan menerapkan ambang batas ganda, T1 dan T2. Piksel citra yang bernilai lebih besar dari T1 akan dianggap sebagai tepi. Piksel citra yang lebih besar dari T2 akan dianggap tepi jika terhubung dengan piksel sebelumnya (Kadir & Susanto, 2013).

3.5.3 Ekstraksi Penciri Visual

| | |
|--|---|
| | <p>Pada tahap ini, penciri visual dari objek dikuantifikasi untuk kemudian menjadi karakteristik objek dan keperluan proses perbandingan di tahap selanjutnya. 3.5.3.1. Ekstraksi Penciri Bentuk</p> <p>Proses ekstraksi penciri bentuk diawali dengan pendeteksian tepi-tepi yang ada di dalam citra. Pada tahap ini, algoritma deteksi tepi Canny yang telah disebutkan sebelumnya digunakan. Hasil dari deteksi tepi Canny hanya terbatas pada penentuan tepi dan penegasian piksel di luar tepi namun belum memberikan informasi numerik berkaitan dengan bentuk dari objek dalam citra. Maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah membaca kontur citra. Kontur adalah sejumlah titik yang merepresentasikan bentuk atau kurva yang ada pada citra. Informasi kontur direpresentasikan dalam besaran vektor yang memberikan informasi sebaran titik dalam citra. Vektor titik ini yang kemudian membentuk kontur tertutup untuk digunakan dalam proses perhitungan momen Hu. 3.5.3.2. Ekstraksi Penciri Warna</p> <p>Tahap awal proses ekstraksi penciri warna dilakukan dengan mentransformasikan citra ruang warna RGB ke dalam ruang warna HSV. Ruang warna HSV (perceptual color) lebih sesuai dan lebih menyerupai persepsi manusia terhadap warna dibanding ruang warna RGB (true color). Selain itu, pengujian kanal hue pada ruang HSV memberikan keuntungan dibanding ruang RGB dengan tingkat konsistensi hasil dari warna citra kanal hue yang lebih baik meskipun terdapat perbedaan kondisi pencahayaan (Solomon & Breckon, 2011). Kanal warna hue dari ruang warna HSV diambil sebagai penciri warna yang nantinya dianalisis lebih lanjut. Citra ruang HSV selanjutnya dipecah ke dalam komponen-komponennya untuk mendapatkan nilai hue yang berdiri sendiri dan akan digunakan dalam proses</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <p>pembandingan di tahap selanjutnya. Secara matematis, nilai kanal hue didapatkan dari citra</p> <p>RGB menggunakan persamaan berikut, $R \leq G \leq B$ if $R \leq B$ $B \leq R \leq G$ if $R \leq G$ $G \leq B \leq R$ if $R \leq B$</p> <p>Hue</p> $240 \cdot \frac{B - R}{\max(\min(B, R), 0)}$ $120 \cdot \frac{G - R}{\max(\min(G, R), 0)}$ $60 \cdot \frac{G - B}{\max(\min(G, B), 0)}$ <p>(3.1)</p> <p>Nilai hue merepresentasikan warna dominan dari piksel citra. Sebagaimana yang terlihat pada persamaan di atas, nilai hue dari citra RGB ditentukan dari nilai terendah dan nilai tertinggi dari tiap kanal dalam ruang RGB.</p> <p>25</p> <h3>3.5.4 Pelatihan Sistem dan Pembangunan Basis Pengetahuan</h3> <p>Proses pelatihan sistem dilakukan dengan melakukan training pada sistem menggunakan masing-masing 10 buah apel dari varietas anna, fuji, dan red delicious. Ketiganya memiliki kecenderungan warna merah dan bentuk buah yang berbeda. Penciri warna hue dengan nilai histogramnya dan penciri bentuk yang diambil dari vektor titik tepi terluar citra selanjutnya disimpan. Nilai dari 30 buah ini disimpan sebagai basis pengetahuan untuk dijadikan referensi dalam proses pengujian.</p> <h3>3.5.5 Pengujian Sistem</h3> <p>Proses pengujian dilakukan pada masing-masing 30 buah apel dari tiap varietas. Hasil pengujian dibandingkan dari tiap-tiap varietas. Selain itu, pengenalan dengan masing-masing penciri juga disertakan untuk kemudian dibandingkan tingkat pengenalannya.</p> <h4>3.5.5.1. Perhitungan Kesesuaian Bentuk</h4> <p>Kesamaan bentuk dari dua citra ditentukan dengan</p> |
|--|---|

membandingkan ketujuh momen H_u yang telah dijelaskan dalam Bab II. Momen adalah karakteristik umum dari kontur yang dihitung dari keseluruhan piksel dari kontur. Ketujuh momen H_u didapatkan dari informasi kontur berupa kumpulan vektor titik yang telah diekstrak. Pada tahap ini, hanya kontur terbesar yang disertakan dalam perhitungan. Diasumsikan kontur terbesar yang ada dalam citra adalah berasal dari permukaan terluar buah. Metode perhitungan kesesuaian bentuk dalam percobaan ini menggunakan formula sebagai berikut, □ □ □ □

$$\begin{aligned}
 &7 \\
 &1 \\
 &1 \\
 &1 \ 1 \\
 &(\ , \) \\
 &i \\
 &B \\
 &i \\
 &A \\
 &m_i \ m \\
 &I \ A \ B \\
 &(3.4) \\
 &26 \ A \\
 &i \ A \\
 &i \ A \ m_i \ \text{sign}(h) \log h \\
 &B \\
 &i \ B \\
 &i \ B \ m_i \ \text{sign}(h) \log h \\
 &h \ \text{momen} H_u \ A \\
 &A \\
 &i \\
 &\text{dan} \\
 &h \ \text{momen} H_u \ B
 \end{aligned}$$

| | |
|--|---|
| | <p>B</p> <p>i</p> <p>Tingkat kesamaan (I) dua bentuk A dan B diperoleh dari total selisih tiap momen dari ketujuh momen H_u dari kedua bentuk. Semakin tinggi kemiripan kedua bentuk maka nilai total perhitungan akan semakin mendekati nol.</p> <h3>3.5.5.2. Perhitungan Kesamaan Histogram</h3> <p>Histogram kanal hue dari citra uji dan citra training atau acuan dibandingkan menggunakan metode korelasi dengan formula sebagai berikut,</p> 1 2 2 2 1 1 2 1 $1 \ 2$ $() ()$ $() ()$ $(),$ $H_i H_i$ $H_i H_i$ $d H H$ (3.2) <p>dengan $\square \square \square \square \square j k k k H(i) H(i) (1/N) H(j)$</p> $'' (3.3)$ <p>dan N menunjukkan jumlah bin pada histogram. Perhitungan kesamaan histogram mengharuskan kesamaan jumlah bin. Sehingga dalam penelitian ini, kedua histogram kanal warna hue yang dibandingkan sama-sama terdiri dari 180 bin yang merepresentasikan 360 derajat</p> |
|--|---|

rentang nilai hue. Setiap bin memiliki nilai sesuai dengan banyaknya kemunculan nilai dari seluruh piksel citra. H1 dan H2 merujuk pada kedua histogram yang dibandingkan. Setiap bin dari H1 dihitung selisihnya dengan nilai dari bin yang sama dari H2 menggunakan persamaan (3.2) sedemikian hingga bin terakhir. Hasil perhitungan metode ini akan menunjukkan semakin mirip kedua histogram, maka nilai yang diberikan akan semakin besar, begitu juga sebaliknya. Kecocokan sempurna direpresentasikan dengan nilai 1.

27

3.5.5.3. Algoritma Pengambilan Keputusan

Proses pengambilan keputusan pada rancangan program ini menggunakan konsep dasar algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbor. Input pengujian yang telah didapatkan penciri warna dan bentuk selanjutnya dibandingkan dengan 30 penciri warna dan 30 penciri bentuk dalam data training dengan metode yang disebutkan dalam poin sebelumnya. Hasil perbandingan dengan 30 data training tersebut selanjutnya diurutkan berdasarkan kemiripannya. Dalam hal ini terdapat perbedaan pengurutan antara penciri bentuk dan warna, sebagaimana yang disebutkan dalam poin sebelumnya. Jika penciri warna data training semakin mirip dengan data uji maka nilainya semakin mendekati 1 sehingga nilainya diurutkan dari besar ke kecil. Sedangkan penciri bentuk akan semakin mirip jika nilai perbandingannya semakin mendekati nol, sehingga nilainya diurutkan dari kecil ke besar. Kedua urutan data ini selanjutnya diseleksi berdasarkan peringkat, hanya 5 nilai teratas dari penciri warna dan 4 nilai teratas dari penciri bentuk yang disertakan. Selanjutnya kesembilan data teratas ini dikelompokkan berdasarkan vaarietasnya. Keputusan jenis diambil dari kelompok dengan jumlah anggota terbanyak.

| | |
|---|--|
| <p>BAB IV</p> <p>Hasil dan Pembahasan</p> | <p>Bagian ini menguraikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan metode yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya dan mengaitkannya dengan tujuan penelitian yang telah dijelaskan pada bagian pendahuluan. Pengujian dilakukan terhadap 130 buah apel dari ketiga varietas dengan masing-masing 10 data awal dari tiap varietas digunakan sebagai data training pada algoritma KNN.</p> <p>4.1. Akuisisi Citra</p> <p>Citra yang telah diakuisisi memiliki beberapa kelompok kontur atau yang disebut sebagai hierarki. Sedangkan dalam penelitian ini, hanya kontur terluar buah saja yang akan diamati untuk proses segmentasi dan pencirian. Sehingga pada tahap ini, kontur terbesar diambil sebagai representasi dari kontur objek yang selanjutnya digunakan dalam proses pencadaran untuk segmentasi citra dengan hasil seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.</p> <p>Gambar 4.1. Citra asli</p> <p>Gambar 4.2. Citra segmentasi</p> <p>30</p> <p>4.2. Deteksi Tepi</p> <p>Deteksi tepi dilakukan pada citra yang telah diakuisisi. Proses deteksi tepi dilakukan dengan metode Canny, diawali dengan konversi aras abu, pengaburan (bluring) dengan ukuran 3x3, dan penerapan ambang batas bawah dan atas. Deteksi tepi canny dapat digunakan untuk menentukan piksel tepi yang memisahkan segmen-segmen dari citra namun belum memiliki informasi yang cukup untuk menjelaskan bentuk objek yang dibatasi oleh tepi tersebut. Tepi yang telah terdeteksi selanjutnya digunakan untuk menentukan kontur dalam citra. Kontur berisi titik-titik (point) yang merepresentasikan kurva dalam citra. Kontur dalam library opencv direpresentasikan dengan rangkaian (sequence) vektor titik yang mengandung informasi lokasi/ pemetaan tiap titik.</p> <p>4.3. Ekstraksi Penciri Visual</p> <p>4.3.1 Ekstraksi Penciri Bentuk</p> |
|---|--|

| | |
|--|--|
| | <p>Tepi citra yang telah dideteksi dengan metode canny belum mengandung informasi numerik yang bisa digunakan untuk dijadikan sebagai penciri. Oleh karena itu pada tahap ini, dilakukan proses pembacaan kontur. Kontur adalah sejumlah titik yang merepresentasikan bentuk atau kurva yang ada pada citra. Informasi kontur direpresentasikan dalam besaran vektor yang memberikan informasi sebaran titik dalam citra. Vektor titik ini yang kemudian membentuk kontur tertutup untuk digunakan dalam proses perhitungan momen Hu. Nilai vektor titik dari tiap data training dapat dilihat pada bagian Lampiran-A.</p> <h4>4.3.2 Ekstraksi Penciri Warna</h4> <p>Citra objek yang telah tersegmentasi digunakan dalam proses ekstraksi penciri warna. Citra RGB yang tersegmentasi dikonversi ke dalam ruang warna HSV. Histogram kanal Hue dari citra HSV objek selanjutnya dihitung sebagai penciri</p> <p>31</p> <p>warna dari objek amatan. Langkah-langkah tersebut di atas dapat dilihat pada gambar 4.3. hingga 4.5.</p> <p>Gambar 4.3. Citra ruang warna HSV</p> <p>Gambar 4.4. Citra kanal warna hue</p> <p>Gambar 4.5. Histogram citra kanal hue</p> <p>32</p> <p>(a) anna (b) fuji</p> <p>(c) red delicious</p> <p>Gambar 4.6. Contoh perbandingan histogram citra kanal hue tiga varietas</p> <p>Contoh perbandingan histogram dari ketiga jenis apel dapat dilihat pada gambar 4.6. Dengan warna dominan merah, ketiga jenis varietas memiliki kecenderungan histogram yang berbeda. Sampel varietas anna memiliki titik puncak pada daerah 40, sedangkan histogram fuji memiliki titik puncak pada daerah 50 dan histogram sampel varietas red delicious</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>gambar 4.6. memiliki dua puncak pada daerah 20 dan 40. nilai-nilai histogram ini yang nantinya akan saling dibandingkan untuk menentukan tingkat kesamaan warna dari</p> <p>33</p> <p>objek yang akan dikenali. Rincian nilai histogram yang dijadikan sebagai acuan tercantum pada bagian Lampiran-B. 4.4. Pelatihan Sistem dan Pembangunan Basis</p> <p>Pengetahuan</p> <p>Pada tahap awal perancangan sistem, proses pelatihan (training) dilakukan untuk membentuk definisi dan memberikan acuan dalam sistem sebelum digunakan dalam pengujian. Vektor kontur terbesar yang merepresentasikan kontur terluar dari buah yang telah didapatkan pada proses pra-pengolahan digunakan kembali sebagai penciri bentuk dari objek amatan. Sedangkan penciri warna diambil dari matriks histogram citra kanal warna hue. Pada tahap pelatihan ini, masing-masing 10 data dari tiap varietas digunakan sampai tahap ekstraksi penciri bentuk dan warna. Nilai numerik kedua penciri ini (vektor kontur dan matrik histogram) disimpan dalam format .yaml dengan pelabelan yang ditentukan oleh user. Pada proses-proses selanjutnya, setiap pengujian baru akan dibandingkan dengan nilai yang telah tersimpan dan sistem akan menafsirkannya berdasarkan data latihan yang telah tersimpan.</p> <p>4.5. Pengujian Sistem</p> <p>Pengujian dilakukan terhadap 100 sampel campuran dari ketiga varietas. Dilakukan perbandingan tingkat pengenalan dengan penciri bentuk, warna, dan kombinasi keduanya. Perbandingan tingkat pengenalan tiap varietas dan penciri disajikan dalam bagian ini.</p> <p>4.5.1 Perbandingan Histogram Kanal Warna Hue</p> <p>Metode perbandingan histogram dalam OpenCV mensyaratkan kesamaan ukuran histogram citra. Pada penelitian ini, histogram yang diperbandingkan memiliki</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>ukuran 180 yang merepresenatikan rentang nilai kanal warna hue sebesar 360, berbeda dengan RGB yang memiliki rentang 34</p> <p>nilai sebesar 256. Metode CV_COMP_CORREL digunakan dalam penelitian ini. Berikut diantara perbandingan histogram citra uji dengan citra acuan dan hasilnya, hasil perbandingan yang lain ditampilkan pada bagian Lampiran-C.</p> <p>Pada program yang telah dijalankan, perbandingan histogram (b), (c), dan (d) masing-masing terhadap histogram (a) sebagai data uji menggunakan persamaan (3.2)</p> <p>menghasilkan nilai secara berurutan 9.681e-01 untuk histogram (b), 1.278e-01 untuk histogram (c), dan 8.227e-01 untuk histogram (d). Semakin tinggi kesamaan dengan histogram (a), nilai perbandingan semakin mendekati nilai 1. Pada contoh di atas</p> <p>(a) data training varietas anna (b) data uji varietas anna</p> <p>(c) data uji varietas fuji (d) data uji varietas red delicious</p> <p>Gambar 4.7. Perbandingan histogram</p> <p>35</p> <p>terlihat bahwa histogram (b) yang berasal dari citra buah yang sama varietasnya dengan histogram (a), yaitu varietas anna, memiliki nilai tertinggi. Jika dibandingkan diantara histogram</p> <p>(b) dari varietas fuji, maka histogram (c) dari varietas red delicious memiliki kesamaan yang lebih besar, ini dapat dipahami sebagai akibat dari kemiripan warna buah (c) dengan varietas anna dari buah (a), namun masih lebih rendah kemiripannya dengan sesama varietas anna dari buah (b).</p> <h4>4.5.2 Perhitungan Kesesuaian Bentuk</h4> <p>Perhitungan kesesuaian bentuk dilakukan dengan membandingkan kontur citra uji dengan kontur acuan yang telah disimpan pada langkah 4.3. Pada bagian ini, informasi kontur digunakan untuk menghitung momen kontur, yaitu karakteristik yang diperoleh dari proses integrasi sejumlah</p> |
|--|---|

piksel yang terdapat dalam rangkaian kontur. Pada penelitian ini, proses karakterisasi kontur menggunakan momen Hu yang berjumlah 7. Ketujuh nilai momen Hu dua citra yang diperbandingkan selanjutnya dihitung total selisihnya. Jika selisih keduanya semakin mendekati nol, menandakan bentuk kedua kontur semakin mirip. Sebagai contoh perhitungan ini, berikut ditampilkan perhitungan kesesuaian bentuk dari buah yang sama dengan gambar 4.7. Pada program yang telah dijalankan, perhitungan kesesuaian bentuk (b), (c), dan (d) masing-masing terhadap kontur citra (a) sebagai data uji menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan nilai secara berurutan $1.462e-02$ untuk citra (b), $1.187e-02$ untuk citra (c), dan $7.914e-02$ untuk citra (d). Semakin tinggi tingkat kemiripan kontur dengan citra (a), maka nilai yang ditunjukkan akan semakin mendekati nol. Pada contoh di atas terlihat bahwa diantara ketiga citra, citra (d) yang berasal dari jenis red delicious memiliki nilai yang terbesar sehingga memiliki kesesuaian yang paling rendah. Pada contoh ini, citra (c) yang berasal dari varietas fuji memiliki nilai kesesuaian yang lebih kecil dibanding citra (b)

36

yang berasal dari varietas yang sama dengan (a), menunjukkan penggunaan satu acuan akan memberikan peluang pengenalan salah yang lebih besar. Dalam penelitian ini, citra acuan yang digunakan berjumlah 30, sehingga proses perbandingan diharapkan peluang kesalahan pengenalan menjadi lebih kecil. Hasil pengenalan dengan metode ini dijelaskan dalam poin 4.6.

(a) data training varietas anna (b) data uji varietas anna
 (c) data uji varietas fuji (d) data uji varietas red delicious

Gambar 4.8. Perhitungan kesesuaian bentuk

4.5.3 Pengambilan Keputusan

Sebagaimana yang diuraikan pada poin-poin sebelumnya, setiap data uji yang telah melalui proses ekstraksi penciri warna dan bentuk selanjutnya akan dibandingkan dengan 30 data acuan yang telah diuraikan pada poin 4.3. Pada tahap ini proses pengambilan keputusan menggunakan algoritma KNN dengan mengganti proses sorting berdasarkan poin 4.4. dan 37

4.6. Nilai perbandingan histogram citra uji dengan ketigapuluh citra acuan diurutkan dari yang terbesar sebagaimana yang dijelaskan dalam poin 4.4. Sedangkan nilai kesesuaian bentuk diurutkan dari yang terkecil sebagaimana yang dijelaskan dalam poin 4.5. Selanjutnya 5 perbandingan histogram warna dan 4 perbandingan bentuk tertinggi dihitung berdasarkan voting. Program akan menentukan jenis varietas citra uji berdasarkan jumlah vote tertinggi. Berikut diantara hasil sortasi dan kesimpulan yang diambil. Hasil pengenalan contoh yang lain ada dalam bagian Lampiran-C. Tabel 4.1. Contoh hasil pengujian sampel anna_11

sampel: anna_11

Perbandingan Histogram

Terurut:

Kesesuaian Bentuk

Terurut:

Anna 1 9.681e-01 Anna 2 5.697e-03

Anna 5 9.256e-01 Anna 1 1.461e-02

Red D 4 9.192e-01 Anna 8 1.671e-02

Anna 2 9.070e-01 Red D 6 2.633e-02

Red D 6 9.028e-01 Anna 3 2.841e-02

Red D 9 8.905e-01 Red D 9 3.286e-02

Red D 2 8.376e-01 Fuji 9 3.557e-02

Red D 8 8.372e-01 Anna 6 3.706e-02

Fuji 6 8.121e-01 Red D 7 3.868e-02

Red D 1 8.115e-01 Anna 7 4.018e-02

Red D 7 8.005e-01 Anna 9 4.049e-02
 Anna 7 7.977e-01 Red D 10 4.127e-02
 Anna 8 7.940e-01 Fuji 1 4.390e-02
 Red D 10 7.757e-01 Anna 5 4.540e-02
 Red D 5 7.623e-01 Red D 1 5.267e-02
 Anna 10 7.461e-01 Red D 3 5.400e-02
 Red D 3 7.004e-01 Anna 4 5.539e-02
 Anna 9 7.003e-01 Anna 10 5.696e-02
 Fuji 4 6.644e-01 Red D 5 5.833e-02
 38

Anna 6 6.222e-01 Red D 8 5.851e-02
 Anna 4 6.115e-01 Fuji 7 6.787e-02
 Fuji 1 5.723e-01 Fuji 10 7.594e-02
 Fuji 5 5.612e-01 Fuji 2 7.883e-02
 Fuji 10 5.245e-01 Fuji 5 9.224e-02
 Anna 3 5.242e-01 Fuji 3 1.061e-01
 Fuji 8 5.083e-01 Red D 2 1.175e-01
 Fuji 7 4.895e-01 Fuji 8 1.300e-01
 Fuji 9 4.454e-01 Fuji 4 1.323e-01
 Fuji 3 4.313e-01 Red D 4 1.358e-01
 Fuji 2 6.328e-02 Fuji 6 5.971e-02

Voting:

Red Delicious 3

Fuji 0

Anna 6

Kesimpulan Varian ANNA

Tabel 4.1. merupakan contoh data perhitungan
 menggunakan persamaan (3.1) untuk perbandingan histogram
 dan (3.3) untuk perbandingan bentuk serta pengambilan
 kesimpulan menggunakan algoritma KNN dari salah satu
 sampel uji dengan kode anna_11 yang sebelumnya
 ditunjukkan pada poin (b) gambar 4.7 dan gambat 4.8. Sampel
 setelah melewati proses akuisisi hingga ekstraksi penciri

| | |
|--|---|
| | <p>selanjutnya dibandingkan dengan ketigapuluh data acuan dan memberikan hasil seperti yang nampak pada tabel 4.1. Proses voting yang terpisah antara penciri warna dan bentuk memberikan peluang untuk menilai kemiripan berdasarkan kelompok, bukan satuan data acuan. Karena penciri bentuk dan warna tidak berpengaruh secara langsung sehingga memungkinkan adanya kombinasi antara warna satu data acuan dan bentuk dari data acuan yang berbeda. Pada penelitian ini, pengujian yang sama dilakukan terhadap 31 buah varietas anna, 30 buah varietas fuji, dan 39 buah dari varietas red delicious. Penciri warna hue dan bentuk diekstrak menggunakan algoritma yang sama dengan data acuan dan dibandingkan dengan penciri warna hue dan vektor kontur dari data acuan yang telah disimpan sebelumnya. Perbandingan hasil pengenalan dari kedua penciri dapat dilihat pada tabel 4.2, tabel 4.3, dan kombinasi keduanya pada tabel 4.4.</p> <p>Tabel 4.2. Hasil pengenalan dengan penciri warna</p> <p>Sampel</p> <p>Pengenalan dengan Penciri Warna Tingkat</p> <p>Pengenalan</p> <p>Jum (%) lah</p> <p>Red Delicious Fuji Anna Tidak</p> <p>Dikenal</p> <p>Red</p> <p>Delicious 39 38 0 1 0 97</p> <p>Fuji 30 2 28 0 0 93</p> <p>Anna 31 5 0 26 0 84</p> <p>Tabel 4.2. memperlihatkan hasil pengenalan jika hanya menggunakan satu penciri, dalam hal ini penciri warna. Pada bagian ini, tingkat pengenalan varietas red delicious paling tinggi dibanding varietas lain sebesar 97%. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas red delicious memiliki warna</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>yang relatif jauh berbeda atau keseragaman warna yang lebih sempit dibanding varietas lainnya, dan sedikit memiliki kemiripan dengan varietas anna. Tingkat pengenalan varietas fuji sebesar 93%, dapat dipahami dari warnanya yang khas dan cenderung lebih muda dibanding varietas anna dan red delicious. Sedangkan tingkat pengenalan varietas anna merupakan yang terendah dan 5 sampel dikenali sebagai red delicious, hal ini disebabkan kecenderungan warna varietas anna yang pada sebagian sampel menyerupai red delicious yang berwarna merah gelap. Tabel 4.3. menunjukkan hasil pengenalan sistem jika</p> <p>hanya menggunakan satu penciri, dalam hal ini penciri bentuk. Pada bagian ini, tingkat pengenalan varietas red delicious jauh kecil dibanding varietas lainnya dengan besar persentase 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas red delicious memiliki keragaman bentuk yang lebih banyak dibanding 40</p> <p>varietas lain. Hal ini didukung dari data di atas yang menunjukkan bahwa kesalahan baca bentuk varietas red delicious kepada varietas anna dan fuji sama-sama besar. Sedangkan tingkat pengenalan varietas anna dan fuji masing-masing memberi nilai 52% dan 77%. Pada kasus ini, sebagian besar kesalahan baca varietas fuji terjadi karena terkecoh dengan varietas anna dan di sisi lain sebagian besar kesalahan baca varietas anna terjadi karena terkecoh dengan varietas fuji. Hal ini dapat dipahami sebab adanya kecenderungan bentuk yang lebih mirip pada kedua varietas ini, sehingga pembacaan kedua varietas ini mengalami kesalahan pada sebagian sampel. Tabel 4.3. Hasil pengenalan dengan penciri bentuk</p> <p>Sampel</p> <p>Pengenalan dengan Penciri Bentuk Tingkat</p> <p>Pengenalan</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>Jum (%) lah</p> <p>Red Delicious Fuji Anna Tidak Dikenal</p> <p>Red</p> <p>Delicious 39 2 12 23 2 5</p> <p>Fuji 30 0 23 5 2 77</p> <p>Anna 31 2 7 16 6 52</p> <p>Hasil pengenalan jika menggunakan kombinasi penciri warna dan bentuk ditampilkan dalam tabel 4.4 berikut ini. Tabel 4.4.</p> <p>Pengenalan dengan kombinasi penciri warna dan bentuk</p> <p>Sampel</p> <p>Pengenalan Dua Penciri Tingkat</p> <p>Pengenalan</p> <p>Jum (%) lah</p> <p>Red Delicious Fuji Anna Tidak Dikenal</p> <p>Red</p> <p>Delicious 39 36 0 2 1 92</p> <p>Fuji 30 0 28 2 0 93</p> <p>Anna 31 3 0 27 1 87</p> <p>Sebagaimana yang ditampilkan dalam Tabel 4.4, pengenalan dengan menggunakan kombinasi memberikan hasil yang lebih baik dibanding dengan menggunakan penciri tunggal bentuk yang ditampilkan dalam tabel 4.3. Sedangkan jika dibandingkan dengan hasil yang ditampilkan jika menggunakan penciri tunggal warna sebagaimana yang</p> <p>41</p> <p>ditampilkan dalam tabel 4.2, maka terjadi penurunan prosesntase pengenalan pada varietas red delicious dan fuji, dan meningkat pada varietas anna. Terdapat 4 buah dari varietas anna, 2 buah dari varietas fuji, serta 3 buah dari varietas red delicious yang terbaca salah atau tidak dikenal dengan tepatr. Tiga buah dari varietas red delicious dan dua</p> |
|--|--|

buah dari varietas fuji salah terbaca sebagai varietas anna dan keempat varietas anna salah terbaca sebagai red delicious. Dari ketiga varietas, fuji relatif lebih mudah dikenali karena varian bentuk yang tidak terlalu jauh berbeda, serta warnanya memiliki sedikit semburat kuning yang khas dibanding kedua jenis yang lain. Varietas red delicious tidak memiliki semburat warna kuning dan dominan warna merah kehitaman, namun memiliki bentuk buah yang relatif lebih bervariasi seperti halnya varietas anna. Meskipun memiliki semburat warna kuning, sebagian varietas anna memiliki warna merah yang pekat sehingga pada sebagiannya disamakan dengan red delicious.

Gambar 4.9. Tingkat pengenalan berdasarkan penciri

Gambar 4.9 menampilkan perbandingan tingkat

pengenalan tiap varietas berdasarkan penciri yang digunakan. Tingkat pengenalan dengan penciri tunggal warna memberikan hasil tertinggi pada varietas red delicious

42

dibanding menggunakan penciri tunggal bentuk maupun

kombinasi warna dan bentuk. Sedangkan pengenalan varietas

anna lebih besar jika proses pengenalan menggunakan

kombinasi penciri warna dan bentuk. Dibandingkan dengan penciri warna maupun penciri

kombinasi warna dan bentuk, penggunaan penciri tunggal

bentuk memberikan hasil yang paling rendah pada pengujian

yang telah dilakukan. Oleh karena itu dilakukan pengujian

lain dengan variasi rotasi objek data training. Penyusunan

ulang data training varietas dengan prosesentase terendah, red delicious, pada bagian ini dilakukan untuk menguji

pengaruh perlakuan rotasi dari buah data acuan terhadap

kemampuan sistem mengenali varietas red delicious. Kesepuluh data training varietas red delicious diganti

dengan 40 data training yang berasal dari 5 buah varietas red

| | |
|-------|---|
| | <p>delicious, dimana masing-masing buah diputar dengan sudut kelipatan 45° (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°) seperti yang ditampilkan pada gambar 4.10, sehingga masing-masing buah menghasilkan 8 citra yang berbeda.</p> <p>(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 135°</p> <p>(e) 180° (f) 225° (g) 270° (h) 315°</p> <p>Gambar 4.10. Variasi rotasi data training</p> <p>Selanjutnya dilakukan pengujian ulang pada varietas red delicious dengan penciri tunggal bentuk. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil sebagaimana yang ditampilkan dalam tabel 4.5.</p> <p>43</p> <p>Tabel 4.5. Perbandingan hasil pengenalan dengan variasi rotasi data training</p> <p>Variasi Rotasi</p> <p>Data Training</p> <p>Red</p> <p>Delicious Fuji Anna</p> <p>Tidak</p> <p>Dikenal</p> <p>Tingkat</p> <p>Pengenalan Sebelum 2 12 23 2 5%</p> <p>Sesudah 27 3 9 0 69%</p> <p>Tabel 4.5 memperlihatkan adanya kenaikan tingkat pengenalan varietas red delicious dengan variasi rotasi data training dari 5% sebelum diberi perlakuan variasi rotasi menjadi 69% setelah data training divariasikan. Kekeliruan pengenalan dengan varietas Anna dan Fuji berkurang. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan pengenalan ketika data training memuat lebih banyak kemungkinan sudut tampilan penampang buah yang diakusisi</p> |
| BAB V | 5.1. Kesimpulan |

| | |
|----------------------|--|
| Kesimpulan dan Saran | <p>Penelitian ini telah menghasilkan rancangan sistem inspeksi untuk mengenali jenis varietas apel. Berikut beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini. • Tingkat pengenalan varietas red delicious dan fuji paling baik jika menggunakan penciri tunggal warna dengan prosentase masing-masing 97% dan 93%. • Tingkat pengenalan varietas anna paling baik jika menggunakan kombinasi penciri bentuk dan warna dengan prosesntase 87%. • Variasi rotasi buah data training dapat meningkatkan pengenalan sistem dalam perhitungan kesesuaian bentuk (shape matching) menjadi 69% pada varietas red delicious.</p> <p>5.2. Saran</p> <p>Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diantara permasalahan yang dapat dikembangkan lebih lanjut antara lain berkaitan dengan teknik penentuan sampel acuan yang mampu merepresentasikan sebaran karakteristik varietas yang lebih baik. Pengenalan dengan penciri bentuk dalam penelitian ini memiliki tingkat pengenalan yang paling rendah, sehingga perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut sehingga</p> <p>Algoritma KNN memiliki kelebihan sekaligus kekurangan karena memiliki sistem pembelajaran yang relatif mudah diperbaharui, dengan kata lain sangat bergantung pada hasil pelatihan dan dalam hal ini bergantung pada penentuan sampel dan penciri yang dijadikan acuan pada proses pelatihan.</p> |
| Daftar Pustaka | <p>Bradski, G. dan Kaehler, A., 2008. Learning OpenCV. California: O'Reilly Media, Inc.</p> <p>Brosnan, T., Sun, D., Mei, 2003. Improving quality inspection of food products by computer vision—a review. Elsevier Journal of Food Engineering 61. 3–16.</p> <p>Chinu, dan Chhabra, A., 2014. Overview and Comparative Analysis of Edge Detection Techniques in Digital Image Processing. International Journal of Information & Computation Technology Vol 4, No. 10, 973-980.</p> <p>Dirjen Holtikultura Kementrian Pertanian RI. 2015. Statistik</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>Produk Holtikultura 2014. Jakarta: Dirjen Holtikulutra</p> <p>Kementrian Pertanian. Eissa, Ayman H. A. dan Khalik, Ayman A., 2012. Structure and Functions of Foof Engineering. <URL: http://dx.doi.org/10.5772/50796></p> <p>Hu, Ming-Kue, Februari 1962. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants. IRE Transactions on Information Theory. 179-187. Jr., David N. Sitter, Goddard, James S., dan Ferrel, Regina K., Februari 1995. Method for The Measurement of The Modulation Transfer Function of Sampled Imaging Systems from Bar-Target Patterns. Applied Optics Vol. 34, No. 4, 746-751.</p> <p>Kadir, Abdul, dan Susanto, A., 2013. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra. Yogyakarta: ANDI. Kandi, Saeideh Gorji. Dec. 2010. Automatic Defect Detection and Grading of Single-Color Fruits Using HSV (Hue, Saturation, Value) Color Space. Journal of Life Sciences Volume 4, No.7 (Serial No.32). 39-45. Khojastehnazhand, M., dkk. April 2010. Development of a lemon sorting system based on color and size. African Journal of Plant Science Vol. 4(4), 122-127.</p> |
|--|--|

4.

| | |
|---------|---|
| Penulis | <p>Santy Kusumawaty.</p> <p>Siti Rukiah Syawal.</p> <p>Junaedi Sirajuddin</p> <p>BAGIAN ILMU KESEHATAN MATA.</p> <p>FAKULTAS KEDOKTERAN, UNIVERSITAS HASANUDDIN, MAKASSAR</p> |
| Judul | <p>COMPUTER VISION SYNDROME PADA PEGAWAI PENGGUNA KOMPUTER DI</p> |

| | |
|-------------------|---|
| | PT. BANK NEGARA INDONESIA (PERSERO) TBK MAKASSAR |
| Tujuan penelitian | <p>Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan komputer terhadap timbulnya gejala komputer vision syndrome dalam hal astenopia, visus dan gangguan permukaan okuler pada Pegawai Pengguna Komputer di PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (BNI) Makassar. Penelitian ini menggunakan metode cross sectional terhadap 150 subjek dilakukan di BNI Makassar selama periode Agustus-Oktober 2012. Pengambilan data berupa pengisian kuisioner McMonnies untuk mengetahui adanya astenopia, pemeriksaan visus menggunakan Log MAR, pemeriksaan kondisi permukaan dengan tes Schirmer dan tes BUT yang dilakukan sebelum dan sesudah bekerja menggunakan komputer. Lama penggunaan komputer dibedakan atas 1, 2 dan 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan yang bermakna ($p=0,000$) terhadap keluhan astenopia, visus, hasil tes Schirmer dan BUT sesudah penggunaan komputer. Rerata keluhan astenopia sesudah menggunakan komputer meningkat menjadi 3,27 (+1,24) dibandingkan dengan sebelum menggunakan komputer 0,99 (+0,81), Rerata tajam penglihatan sebelum menggunakan komputer 0,87 (+0,18) menurun menjadi 0,82 (+0,19) sesudah menggunakan komputer. Rerata tes Schirmer sebelum menggunakan komputer 22,04 (+8,95) menjadi lebih singkat sesudah menggunakan komputer 18,11 (+8,90). Rerata tes BUT sebelum menggunakan komputer 9,39 (+ 2,77) menjadi lebih singkat sesudah menggunakan komputer 7,38 (+1,99). Lama penggunaan komputer memiliki hubungan bermakna dengan astenopia ($p=0,001$), penurunan tajam penglihatan ($p=0,000$) dan tes BUT ($p=0,011$) namun tidak memiliki hubungan bermakna dengan tes Schirmer ($p=0,102$). Makin lama penggunaan komputer maka makin berat gejala CVS yang terjadi. Disimpulkan bahwa secara keseluruhan gejala</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>astenopia menjadi lebih berat, visus mengalami penurunan dan gangguan permukaan okuler menjadi lebih berat</p> <p>setelah bekerja menggunakan komputer. Makin lama penggunaan komputer maka makin berat gejala CVS yang terjadi</p> |
| <p>BAB I</p> <p>Pendahuluan</p> | <p>Sebuah komputer saat ini ibarat sebuah pena dan kertas dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>(Talwar dkk, 2009). Kemudahan yang diberikan oleh komputer membuat masyarakat menjadikan komputer sebagai kebutuhan pokok terutama di perkantoran. Hal ini disebabkan karena keberadaan komputer memberikan dampak positif berupa peningkatan kualitas, produktifitas dan efisiensi dalam pekerjaan. Hingga tahun 2000 diperkirakan sekitar 75% pekerjaan kantor memerlukan komputer (Blehm dkk, 2005). Pada tahun 2006 diperkirakan terdapat sekitar 28 juta penduduk yang menggunakan komputer, baik di perkantoran maupun di rumah (Uchino M.dkk, 2008). Pada tahun 1990 penggunaan internet dengan komputer pribadi di rumah mulai meningkat dan hal ini makin meningkatkan pula jumlah pengguna komputer di dunia. Setidaknya dari 15% pengguna internet dan komputer pribadi di rumah pada tahun 1990 meningkat menjadi 50% di tahun 2005 (Blehm dkk, 2005).</p> <p>American Optometrist Association (AOA) mendefinisikan Computer vision Syndrome (CVS) sebagai sekelompok gangguan okuler yang dikeluhkan oleh seseorang yang menggunakan komputer dalam waktu yang cukup lama. Berat-ringannya keluhan yang dilaporkan sebanding dengan banyaknya waktu yang digunakan di depan komputer. Seseorang yang menggunakan</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>komputer lebih dari dua jam setiap harinya akan lebih mudah untuk menderita CVS (Affandi E, 2005; Bhanderi J, 2008)</p> <p>Mata sebenarnya tidak terlalu tepat untuk menatap layar monitor karena mata tidak dapat terlalu lama berusaha untuk memfokuskan pada titik-titik kecil atau pixel yang membentuk bayangan pada layar monitor (Pandey,2006). Seorang pengguna komputer harus terus-menerus berusaha memfokuskan matanya untuk menjaga ketajaman gambar yang dilihatnya pada layar monitor. Proses tersebut mengakibatkan timbulnya stress yang berulang-ulang pada otot mata.</p> <p>Hal tersebut semakin diperberat dengan berkurangnya frekuensi berkedip sehingga mata menjadi kering dan terasa perih. Akibatnya kemampuan mata untuk memfokuskan diri menjadi berkurang dan penglihatan akan menjadi kabur (Affandi E, 2005; Bhanderi J, 2008)</p> <p>Beberapa peneliti telah melaporkan hasil penelitiannya yang hubungan penggunaan komputer dengan CVS, diantaranya adalah Amalia H dkk yang melaporkan bahwa prevalensi astenopia pada mahasiswa ilmu komputer cukup tinggi dan penyebab terbanyak adalah gangguan refraksi dan pengetahuan mahasiswa terhadap ergonomi penggunaan komputer yang baik menjadi faktor resikonya. (Husnun A dkk,2007) Suharyanto dan Sutarsih dalam penelitiannya</p> <p>4</p> <p>menyebutkan terjadinya pemanjangan WPM pada operator telekomunikasi sesudah bekerja selama 2 jam, demikian juga dengan Basri yang menyatakan adanya pemanjangan WPM pada</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>operator radar sesudah bekerja (Suharyanto F, Safari E, 2010).</p> <p>Dalam penelitian ini ingin diketahui kejadian computer vision syndrome pada pegawai</p> <p>PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk di Makassar dengan melakukan anamnesis keluhan</p> <p>subjektif dan pengisian kuisioner Mcmonnies untuk mengetahui keluhan astenopia, pengukuran</p> <p>visus serta melakukan pemeriksaan tes Schirmer dan BUT untuk mengetahui kondisi permukaan</p> <p>okuler dalam hal ini adalah Lapisan Air Mata sebelum dan sesudah bekerja menggunakan</p> <p>komputer</p> |
| <p>BAB II</p> <p>Metode Penelitian</p> | <p>Penelitian ini merupakan penelitian cross sectional yang dilakukan pada 150 orang</p> <p>pegawai BNI di Makassar selama periode Agustus - Oktober 2012 dengan metode pengambilan</p> <p>data purposive sampling. Kriteria inklusi adalah usia minimal 20 tahun, telah bekerja</p> <p>menggunakan komputer minimal 1 tahun dan bersedia untuk mengikuti prosedur penelitian.</p> <p>Dikeluarkan dalam penelitian apabila menderita kelainan permukaan okuler, glaukoma dan</p> <p>infeksi, menggunakan alat kontrasepsi hormonal, mempunyai riwayat operasi mata sebelumnya,</p> <p>merokok selama bekerja menggunakan komputer, menggunakan obat-obatan yang</p> <p>mempengaruhi sekresi air mata, seperti anti histamin, anti depresan, selective serotonin reuptake</p> <p>inhibitor, ansiolitik, anti psikotik, diuretik, penyekat beta, kemoterapi sistemik, dan anti</p> <p>kolinergik dalam 3 bulan terakhir, tidak kooperatif selama prosedur pemeriksaan.</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Dalam penelitian ini ingin diketahui kejadian computer vision syndrome pada pegawai</p> <p>PT. Bank Negara Indonesia Persero Tbk di Makassar dengan melakukan anamnesis keluhan</p> <p>subjektif dan pengisian kuisioner Mcmonnies untuk mengetahui keluhan astenopia, pengukuran</p> <p>visus serta melakukan pemeriksaan tes Schirmer dan BUT untuk mengetahui kondisi permukaan</p> <p>okuler dalam hal ini adalah lapisan air mata sebelum dan sesudah bekerja menggunakan</p> <p>komputer.</p> <p>Kuisioner berisi pertanyaan mengenai data sosiodemografik, lama bekerja menggunakan</p> <p>komputer selama 1 minggu, pengetahuan mengetahui CVS dan posisi ergoophthalmic, keluhan</p> <p>subjektif dan frekuensi keluhan tersebut. Pada kuisioner McMonnies terdapat 12 pertanyaan</p> <p>dengan nilai jawaban berkisar 0-6. Nilai total dari 12 pertanyaan pada setiap subjek</p> <p>5</p> <p>dikategorikan normal jika < 10, marginal dry eye jika bernilai 10-20 dan pathological dry eye</p> <p>jika > 20. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan mata meliputi pemeriksaan tajam penglihatan,</p> <p>pemeriksaan segmen anterior dengan menggunakan slit lamp portabel dan pemeriksaan lapisan</p> <p>air mata dengan tes Schirmer dan tes BUT.</p> <p>Astenopia adalah keluhan subjektif penglihatan akibat kelelahan organ-organ</p> <p>penglihatan yang disertai nyeri pada mata, nyeri kepala, penglihatan kabur dll dan diukur dengan</p> <p>menggunakan kuisioner dari Mcmonies. Tes Schirmer adalah suatu pemeriksaan untuk menilai</p> |
|--|---|

| | |
|---|--|
| | <p>kuantitas LAM (penilaian fungsi sekresi kelenjar lakrimal utama) dengan menggunakan kertas</p> <p>Whatmann nomor 41 selama 5 menit dan melihat jumlah pembasahan diukur dalam mm. Hasil</p> <p>penilaian normal bila pembasahan sepanjang >10 mm; Suspek dry eye bila pembasahan 6-10</p> <p>mm; dan Dry eye bila pembasahan <6 mm. Pemeriksaan Tear Break-UpTime adalah suatu</p> <p>pemeriksaan untuk menilai stabilitas LAM dengan menghitung waktu antara kedipan sempurna</p> <p>hingga timbulnya dry spot pertama pada kornea. Hasil penilaian normal bila ≥ 10 detik dan Dry</p> <p>eye bila < 10 detik. Pengambilan data dilakukan dua kali yakni sebelum dan sesudah bekerja</p> <p>menggunakan komputer.</p> |
| <p>BAB III</p> <p>Hasil</p> <p>Penelitian</p> | <p>Data yang diperoleh dianalisa melalui komputer dengan menggunakan program</p> <p>Statistical Package for Social Science (SPSS) versi 17. Tabel 1 memperlihatkan karakteristik</p> <p>subyek penelitian. Subyek yang diperoleh berusia 21–46 tahun dengan rerata 30,25 +6,49</p> <p>tahun. Dari 150 subjek didapatkan 79 orang (52,7 %) berjenis kelamin laki-laki dan 71 orang</p> <p>(47,3 %) berjenis kelamin perempuan. Sebagian besar subjek tidak memiliki pengetahuan</p> <p>mengenai Computer Vision Syndrome dan posisi ergoophthalmic saat menggunakan komputer.</p> <p>Subjek yang memiliki pengetahuan tersebut hanya 7 orang (4,7%). Pada subjek laki-laki</p> <p>diperoleh persentase perokok sebesar 43 orang (54,4%) sedangkan pada subjek perempuan</p> <p>diperoleh persentase pengguna kosmetik mata sebesar 61 orang (87%). Dari 150 subjek terdapat</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>25 orang (16,7%) yang menggunakan kacamata saat bekerja menggunakan komputer. Sebagian besar subjek penelitian menggunakan layar monitor jenis LCD yaitu sebanyak 122 orang (81,2%) dan jenis CRT sebanyak 28 orang (18,8%). Intensitas penggunaan komputer pada subjek yang diperoleh dalam 1 minggu berkisar 10 – 50 jam dengan rerata $35,87 \pm 10,88$ jam. Diperoleh 6 data sebanyak 55 orang (36,7%) yang menggunakan komputer selama 1 jam, 47 orang (31,3%) selama 2 jam dan 3 jam sebanyak 48 orang (32,0%)</p> <p>Penelitian ini didapatkan astenopia terjadi pada 28,6% subjek sebelum bekerja menggunakan komputer dan meningkat menjadi 90,6% subjek sesudah menggunakan komputer. Hal ini terlihat pada tabel 2 yang menunjukkan peningkatan jumlah keluhan subjektif yang signifikan sesudah penggunaan komputer dibandingkan sebelum penggunaan ($p=0,000$), yaitu terjadi peningkatan dari rata-rata satu keluhan menjadi rata-rata 3 keluhan. Pada tabel tersebut juga terlihat adanya peningkatan nilai hasil tes Mcmonnies yang signifikan sesudah penggunaan komputer dibandingkan sebelum penggunaan ($p=0,000$) dimana nilai rerata kuisioner Mcmonnies sebelum menggunakan komputer adalah $9,29 \pm 3,82$ dan sesudah menggunakan komputer menjadi $11,57 \pm 4,16$. Berdasarkan hasil interpretasi kuisioner McMonnies terjadi perubahan derajat dry eye dimana sebelum menggunakan komputer adalah</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>normal dan sesudah menggunakan komputer menjadi marginal dry eye. Tabel 2 juga menunjukkan penurunan visus sesudah menggunakan komputer. Visus sebelum menggunakan komputer memiliki rerata sebesar $0,87 \pm 0,18$ sedangkan nilai rerata visus sesudah menggunakan komputer adalah $0,82 \pm 0,19$. Nilai tersebut juga mengalami penurunan yang signifikan dan bermakna secara statistik ($p=0,000$). Penurunan hasil tes Schirmer yang signifikan sesudah penggunaan komputer dibandingkan sebelum penggunaan ($p=0,000$) juga diperlihatkan dalam tabel 2. Penurunan tes Schirmer sesudah penggunaan komputer terjadi pada 113 subyek (75,3%) sedangkan 37 subyek (24,7 %) tidak mengalami perubahan nilai tes Schirmer sesudah penggunaan komputer. Demikian halnya dengan hasil tes BUT yang juga terjadi penurunan yang signifikan sesudah penggunaan komputer dibandingkan sebelum penggunaan ($p=0,000$). Tes BUT sebelum menggunakan komputer memiliki rerata $9,39 \pm 2,77$ detik dan sesudah menggunakan komputer memiliki rerata $7,38 \pm 1,99$ detik. Penurunan hasil Tes BUT terjadi pada 107 subyek (71,3%)</p> <p>Tabel 3 menunjukkan hubungan yang bermakna antara lama penggunaan komputer dengan keluhan subjektif ($p=0,001$), dimana persentase keluhan meningkat sesuai dengan peningkatan lama penggunaan komputer.</p> <p>Tabel 4 memperlihatkan hubungan yang bermakna antara lama penggunaan komputer</p> |
|--|--|

| | |
|---------------------------------|---|
| | <p>dengan penurunan visus ($p=0,000$), dimana persentase subjek yang visusnya menurun jumlahnya mengalami peningkatan sesuai dengan peningkatan lama penggunaan komputer. Sebanyak 81</p> <p>7 subjek (54,0%) mengalami penurunan visus sesudah menggunakan komputer dengan 38 subjek diantaranya (79,2%) telah menggunakan komputer selama 3 jam. Sedangkan subjek yang tidak mengalami perubahan visus adalah sebesar 69 orang (46,0%) dengan 36 subjek (65,5%) diantaranya menggunakan komputer selama 1 jam.</p> <p>Tabel 5 memperlihatkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara lama penggunaan komputer dengan hasil tes Schirmer ($p=0,102$) meskipun terlihat adanya kecenderungan persentase subyek dengan hasil tes yang menurun mengalami peningkatan jumlah sesuai dengan peningkatan lama penggunaan komputer. Namun dalam table tersebut ditunjukkan hubungan yang bermakna antara lama penggunaan komputer dengan hasil tes BUT ($p=0,011$) dimana persentase hasil tes BUT yang menurun ditemukan lebih tinggi pada lama penggunaan komputer 2 dan 3 jam.</p> |
| <p>BAB IV</p> <p>Pembahasan</p> | <p>Penelitian ini menunjukkan bahwa astenopia terjadi pada 28,6% subjek sebelum bekerja menggunakan komputer dan menjadi 90,6% subjek setelah bekerja menggunakan komputer. Hal ini ditandai dengan adanya peningkatan jumlah keluhan subjektif sesudah bekerja menggunakan komputer yang bermakna ($p=0,000$). Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa terjadi</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>penurunan visus yang bermakna secara statistik sesudah bekerja menggunakan komputer ($p=0,000$). Pada penelitian ini juga dilakukan pemeriksaan kuantitas dan kualitas LAM untuk mengetahui derajat dry eye. Hasilnya menunjukkan bahwa terjadi penurunan tes Schirmer pada 113 orang (75,3%). Nilai rerata hasil pemeriksaan tes Schirmer pada subjek penelitian ini sebelum bekerja menggunakan komputer adalah $22,04 \text{ mm} + 8,95$ menjadi $18,11 + 8,90$. Nilai tersebut mengalami penurunan yang signifikan ($p=0,000$) meskipun secara interpretasi hasil tes Schirmer nilai rerata sebelum dan sesudah menggunakan komputer masih dalam batas normal.</p> <p>Hal ini mungkin disebabkan karena produksi akuos dari kelenjar lakrimal memang berfluktuatif secara kuantitatif. Selain itu berdasarkan klasifikasi DEWS, dry eye yang terjadi pada saat menggunakan komputer maupun aktifitas dekat lainnya adalah dry eye evaporatif akibat berkurangnya frekuensi berkedip (Dogru M dkk, 2007). Penelitian ini juga memperlihatkan adanya penurunan nilai kuisioner McMonnies yang bermakna ($p=0,000$). Nilai rerata McMonnies pada subjek penelitian ini adalah $9,29 + 3,82$ dan nilai rerata sesudah bekerja menggunakan komputer adalah $11,57 + 4,16$. Data penelitian ini juga menunjukkan adanya</p> <p>8</p> <p>hubungan yang signifikan antara lama penggunaan komputer dengan keluhan subjektif, visus dan hasil tes BUT. Namun dari data penelitian yang diperoleh tidak didapatkan hubungan yang</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>bermakna antara lama penggunaan komputer dengan hasil tes Schirmer meskipun terlihat kecenderungan peningkatan jumlah subjek yang mengalami penurunan hasil tes Schirmer.</p> <p>Hasil pada penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Diantaranya yang dilakukan oleh Dinesh J.Bhanderi dkk(2008) yang melaporkan bahwa astenopia terjadi pada 46,3% subjek penelitiannya (Bhanderi dkk,2008). Mocci dkk dan Sanchez Roman dkk juga menemukan hal yang sama dalam penelitiannya (Mocci F dkk, 2001; SanchezRoman,1996). Mocci dkk melaporkan prevalensi astenopia sebanyak 31,9 % pada 385 pegawai bank yang menjadi subjek penelitiannya sedangkan Sanchez-Roman melaporkan prevalensi astenopia sebesar 68,5% terjadi pada subjek penelitiannya. Bergqvist dkk, Bhanderi dkk dan Nakaishi dkk juga melaporkan hasil penelitiannya bahwa subjek dengan gangguan refraksi (termasuk yang sudah terkoreksi) akan lebih mudah untuk menderita astenopia.(Bhanderi dkk, 2008; Bergqvist, 1994; Nakaishi H, 1999) Astenopia pada pekerja yang menggunakan komputer atau VDT dapat dinilai dari adanya keluhan subjektif berupa penglihatan buram, rasa nyeri pada mata, rasa berat pada mata dan penglihatan ganda. Keluhan lain adalah rasa kering pada mata, sering berkedip, sakit kepala, iritasi mata, dan lain-lain (Suharyanto F dkk, 2010).</p> <p>Dumery dkk melaporkan bahwa terjadi sedikit penurunan visus pada subjek penelitiannya (Dumery B, 2010) Serupa dengan hal tersebut penelitian ini menunjukkan pengukuran visus</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <p>awal sebelum menggunakan komputer didapatkan rerata visus adalah $0,87 + 0,18$ dan visus sesudah menggunakan komputer adalah $0,82 + 0,19$. Hal serupa juga terjadi pada hasil pengukuran tes BUT, dimana rerata nilai BUT sebelum menggunakan komputer adalah $9,39 + 2,77$ menjadi $7,38 + 1,99$ sesudah menggunakan komputer. Penurunan nilai BUT terjadi pada 107 orang (71,3%) subjek. Nilai rerata BUT tersebut juga mengalami penurunan yang signifikan meskipun sebenarnya nilai rerata BUT sebelum maupun sesudah secara interpretasi BUT berada dibawah nilai normal. Hal ini mungkin disebabkan karena subjek pada penelitian ini telah intensif bekerja menggunakan komputer selama minimal 1 tahun dengan rata-rata penggunaan komputer penggunaan komputer sebanyak $35,87 + 10,78$ jam dalam seminggu. Hal ini menunjukkan bahwa pada subjek penelitian telah terjadi gangguan pada kondisi stabilitas LAM sebelum bekerja yang mungkin disebabkan karena berkurangnya refleks berkedip saat bekerja menggunakan komputer yang telah berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Penelitian ini</p> <p>9</p> <p>juga menunjukkan adanya perubahan hasil tes Schirmer dan BUT yang berhubungan dengan lama penggunaan komputer. Terdapat dua aspek yang menentukan stabilitas LAM, yaitu: (1) komposisi LAM, yang terdiri atas lapisan lipid, akuos, dan musin; dan (2) hidrodinamik LAM, yang meliputi</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>mekanisme menutup dan membukanya palpebra yang berhubungan dengan evaporasi dan penyebaran LAM pada saat berkedip (Syawal SR, 2005). Salah satu cara untuk mengetahui kondisi permukaan okuler adalah dengan menilai LAM dari segi kuantitas dan kualitas. Untuk menilai kuantitas LAM adalah dengan Tes Schirmer. Sedangkan untuk menilai stabilitas LAM dapat digunakan dengan penilaian Break-Up Time. Pada penderita dengan struktur LAM yang tidak stabil maka waktu break-up akan menjadi lebih singkat (Patel S., 2003). Dry eye pada pengguna komputer disebabkan oleh menurunnya frekuensi berkedip dan sebagai konsekuensinya akan terjadi peningkatan dari evaporasi lapisan airmata. Penelitian ini juga menggunakan kuisisioner Mcmonnies untuk mengetahui ada tidaknya dry eye pada subjek penelitian</p> <p>Beberapa penelitian telah melaporkan lama penggunaan komputer yang lebih lama memiliki hubungan yang signifikan dengan tingginya prevalensi dry eye baik pada subjek lakilaki maupun perempuan. Diantaranya dilaporkan oleh Hanne dkk (1994) yang menemukan astenopia yang lebih berat pada pekerja yang menggunakan komputer lebih dari 6 jam sehari dibandingkan dengan pekerja yang menggunakan komputer kurang dari 6 jam sehari (Hanne W dkk, 1994). Kanitkar dkk (2005) juga melaporkan hasil penelitiannya yang menyatakan bahwa lama penggunaan komputer berhubungan langsung dengan keluhan subjektif pada mata, dimana</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>lama penggunaan komputer yang lebih panjang akan menyebabkan keluhan subjektif dirasakan</p> <p>lebih lama bahkan sesudah selesai bekerja (Kanitkar K dkk, 2005) Hal serupa juga dilaporkan</p> <p>oleh Bergqvist dkk (1994), Sanchez-Roman dkk (1996) juga Shima dkk (1993). Hal berbeda</p> <p>dilaporkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Mocci dkk juga Bhandari dkk yang menyatakan</p> <p>bahwa tidak terdapat hubungan antara astenopia dengan lama penggunaan komputer dalam</p> <p>sehari maupun dalam seminggu. Penelitian yang dilakukan oleh Dumery dkk merekam frekuensi</p> <p>berkedip pada subjek penelitiannya sebelum dan sesudah menggunakan komputer dan</p> <p>melaporkan bahwa terjadi penurunan frekuensi berkedip hingga 50% dan penggunaan komputer</p> <p>menginduksi terjadinya astenopia pada semua subjek (Dumery B, 2010). Lama penggunaan</p> <p>komputer pada subjek penelitian ini dibedakan atas 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Hal ini dimaksudkan</p> <p>10</p> <p>untuk menilai hubungan antara lama penggunaan komputer dengan kejadian computer vision</p> <p>syndrome. Pada penelitian ini diperoleh 55 orang (36,7%) menggunakan komputer selama 1</p> <p>jam, 47 orang (31,3%) menggunakan komputer selama 2 jam dan 48 orang (32%) yang</p> <p>menggunakan komputer selama 3 jam. Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa ada hubungan</p> <p>yang bermakna antara lama penggunaan komputer dengan penurunan visus ($p=0,000$).</p> <p>Keterbatasan penelitian ini adalah subjek penelitian yang terbatas pada pengguna</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <p>komputer yang bekerja di BNI serta tidak dilakukan analisis terhadap posisi ergoophthalmic</p> <p>serta riwayat bekerja intensif menggunakan komputer dimana faktor tersebut mungkin</p> <p>mempunyai peranan dalam kejadian computer vision syndrome pada pengguna komputer.</p> |
| <p>BAB V</p> <p>Kesimpulan dan Saran</p> | <p>Kami menyimpulkan bahwa astenopia menjadi lebih berat yang ditunjukkan dengan</p> <p>semakin banyaknya keluhan subjektif sesudah bekerja menggunakan komputer yang bermakna</p> <p>secara statistik, terdapat penurunan visus yang bermakna sesudah bekerja menggunakan</p> <p>komputer, gangguan pada kondisi permukaan okuler menjadi lebih berat dimana hasil tes</p> <p>Schirmer menjadi lebih pendek dan hasil tes BUT menjadi lebih singkat sesudah bekerja</p> <p>menggunakan komputer, terjadi peningkatan derajat dry eye berdasarkan hasil kuisioner</p> <p>McMonnies yang bermakna sesudah bekerja menggunakan komputer , dan terdapat hubungan</p> <p>yang signifikan antara lama penggunaan komputer dengan Computer Vision Syndrome dalam</p> <p>hal keluhan (astenopia), derajat dry eye berdasarkan hasil kuisioner McMonnies, visus dan tes</p> <p>BUT namun tidak terdapat hubungan yang signifikan antara lama penggunaan komputer dengan</p> <p>hasil tes Schirmer meskipun terlihat ada kecenderungan peningkatan jumlah subjek yang</p> <p>mengalami pemendekan hasil tes Schirmer. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada</p> <p>subjek penelitian yang sama untuk melihat apakah perubahan yang terjadi bersifat sementara</p> |

| | |
|----------------|--|
| | atau menetap |
| Daftar Pustaka | <p>Affandi E,(2005), Sindrom Penglihatan Komputer, Majalah Kedokteran Indonesia, Maret 55 (3); 297-300</p> <p>Amalia H,Suardana G, Artini W, (2007), Etiologi dan Faktor Risiko Asthenopia pada Mahasiswa Ilmu Komputer, Ophthalmologica Indonesiana, Vol 34, No. I, Jan - April 1.</p> <p>Bergqvist UO, (1994), Knave BG. Eye Discomfort and work with visual display terminals. Scand J Work Environ Health, 20:27-33</p> <p>Bhanderi J, Choudary S, Doshi V, (2008), A Community-based study of asthenopia in computer operators, Indian J of Ophthalmology, Januari–Februari: 56 (1); 51-5</p> <p>Blehm C, Vishnu S, Khattak A, et al, (2005), Computer Vision Syndrome: A Review, Survey of ophthalmology, June, 50 (3); 253-62</p> <p>Dogru M ,Lemp M, Baudoin C . (2007), Definition and Classification of Dry Eye in Dry Eye Workshop (DEWS) Committee. Report of the International Dry Eye Workshop (DEWS). Ocul Surf.;5:65-204</p> <p>Dumery B, (2010), Eyestrain, Blink Rate and Dry Eye Syndromes of Video Display Terminal Users available www.hcmiu.edu./BMM 2010/papers/p7.09.pdf</p> <p>Hanne W, Brewitt H, Augenklinik rechts DI, Munchen TU, (1994), Changes in visual function caused by work at a data display terminal. Ophthalmologie, 91:107-12</p> <p>Kanitkar K, Carlson AN, Richard Y, (2005),Ocular problems associated with computer use: The ever-increasing hours spent in front of video display terminals have led to a</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>corresponding increase in visual and physical ills, Review of Ophthalmology ENewsletter, 12:04</p> <p>Mocci F, Serra A, Corrias GA, (2001), Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals, Occup Environ Med., 58:267-71</p> <p>Nakaishi H, Yamada Y, (1999), Abnormal tear dynamics and symptoms of eyestrain in of visual display terminal, Occup Environ Med, 56:6-9</p> <p>Pandey S, Swamy B, (2006), Computer Vision Syndrome, Dry Eye and Ocular Surface Disorders, Jaypee Brothers Medical Pub, 303-311</p> <p>Patel S, Blades KJ. (2003), Stability of the Tear Film. The Dry Eye - A practical Approach. Edinburgh: Butterworth-Heinemann; 27-36</p> <p>Sanchez -Roman FR, Perez Lucio C, Juarez-Ruiz C, Velez-ZamoraNM, Jimenez-Villaruel M, (1996), Risk factors for asthenopia among computer terminal operators, Salud Publica Mex, 38:186-96</p> <p>Shima M, Nitta Y, Iwasaki A, Adachi M, (1993), Investigation of subjective symptoms among visual display terminal users and their affecting factors-analysis using log-linear models. Nippon Eiseigaku Zasshi, 47:1032-40</p> <p>Suharyanto F, Safari E, (2010), Asthenopia pada pekerja wanita di Call Centre-X, Bul. Penelit. Kesehatan, Vol. 38, No.3, 119 – 130</p> <p>Syawal SR. (2005), Suatu Cakrawala Baru Mengenai Patogenesis dari Penanganan Sindrom “Dry Eye”. Jurnal Medika Nusantara Supplement. 26: 84-7.</p> <p>Talwar R, Kapoor R, Puri K et al, (2009), A Study of Visual and Musculoskeletal Health</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>Disorders among Komputer Professionals inNCR Delhi, Indian J Community Med, October 34(4): 326-8</p> <p>Uchino M, Schaumberg D, Dogru M et al, (2008), Prevalence of Dry Eye Disease among Japanese Visual Display Terminal Users, Ophthalmology, November 115(11); 1982-8</p> |
|--|---|