LATENCY KAMERA PADA PENGOLAHAN CITRA DIGITAL *REAL-TIME*

Puji Hartono¹, Trismiyati²

¹Pranata Komputer Balai Besar Logam Mesin, ²Peneliti Balai Besar Logam Mesin

Jl Sangkuriang 12, Bandung - 40135

Email: puji_bandung@yahoo.com, trismiyati@kemenperin.go.id

ABSTRAK

Latency pada aplikasi *real-time* menjadi faktor yang sangat penting karena hasil akhir tidak hanya ditentukan oleh nilai keluarannya saja, tetapi juga waktunya. Pada pengolahan citra digital waktu nyata, faktor penyumbang *latency* yang signifikan adalah pada kamera. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kamera tipe *webcam* mempunyai *latency* yang lebih kecil daripada kamera tipe *IP Camera* karena pada *IP camera*, data dikirimkan melalui media jaringan. Pada pengujian 2 buah seri *webcam* didapatkan *latency* < 200 ms, sedangkan pada 2 buah seri *IP camera* didapatkan *latency* > 300 ms. Nilai *latency* juga dipengaruhi oleh jumlah *fps* yang digunakan, semakin tinggi nilai *fps* maka *latency* juga semakin besar. Nilai *latency* pada kamera akan menjadi pertimbangan pada perancangan sistem yang lebih besar sehingga faktor *latency* dapat diantisipasi dan sistem yang dibangun tetap dapat berfungsi dengan benar.

Kata Kunci: *Latency*, kamera, pengolahan citra digital, *real-time*

ABSTRACT

Latency in realtime applications becomes a very important factor because the end result is not only determined by the value of the output, but also by the timing. In realtime digital image processing, a significant contributing factor to latency is on the camera. The test results showed that the webcam has a shorter latency than IP camera because the camera IP, data is transmitted over the network. In test of 2 pieces series webcam, measured latency was <200 ms, whereas in 2 pieces series IP camera measured latencies was > 300 ms. Latency also depends on the amount of fps, the higher fps, the longer latency. Latency on the camera will be a consideration in the design of systems so that the latency factor can be anticipated and the system can still work properly.

Keyword: *Latency*, camera, digital image processing, *real-time*.

PENDAHULUAN

Jenis kamera yang banyak di pasaran adalah *webcam* dan *IP camera*. Kedua jenis kamera ini mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, tetapi keduanya sama mudah dipasang ke perangkat komputasi melalui *USB* dan *ethernet*.

Pada aplikasi pengolahan citra digital *real-time*, kamera yang handal diperlukan agar hasil pembacaan objek oleh kamera dapat sampai ke perangkat komputasi dengan *delay* sekecil mungkin dan dengan distorsi citra sekecil mungkin. Ada beberapa parameter yang memengaruhi kinerja sebuah kamera, seperti: *fps* (*frame per second*), resolusi, *latency* dan *shutter speed*.

Penentuan jenis kamera yang sesuai menjadi faktor yang sangat penting sehingga sistem pengolahan citra digital *real-time* yang dibangun dapat bekerja dengan baik sesuai spesifikasi yang ditentukan.

LANDASAN TEORI

Latency

Latency pada kamera adalah waktu yang dibutuhkan mulai dari pembacaan objek oleh kamera sampai objek tampil di pengamatan pada unit komputasi. *Latency* pada aplikasi pengolahan citra digital terdiri atas beberapa sumber, yakni *latency* yang berasal dari: kamera, *encoder*, jaringan, *decoder* dan *display*.

Pengambilan Citra

Kamera dapat menghasilkan citra objek menggunakan sensor. Gambar 1 menunjukkan sensor pencitraan tunggal. Energi yang masuk diubah menjadi gelombang tegangan oleh kombinasi masukan daya listrik dan material sensor yang responsif terhadap tipe energi tertentu yang terdeteksi.¹ Sensor menghasilkan tegangan yang berbeda dari penyerapan energi yang berbeda ketika sensor membaca objek. Tegangan ini yang pada akhirnya akan diinterpretasikan menjadi sebuah citra digital.

Gambar 1. Sensor Pencitraan Tunggal¹

Line Scan vs Area Scan

Sensor kamera ada 2 jenis, *line scan* dan *area scan*. Pada *line scan*, citra objek diambil pergaris, kemudian disusun untuk menjadi sebuah citra 2 dimensi (Gambar 2a).

Gambar 2(a). *Line scan camera* (elm-cham.org)

Gambar 2(b). *Line scan camera* ((elm-cham.org)

Pada *area scan camera*, citra objek diambil sekaligus dalam bentuk 2 dimensi (Gambar 2b).

Webcam

Webcam adalah kamera video yang didesain untuk terhubung langsung dengan PC. Kamera bisa digunakan untuk merekam klip video yang bisa dikirim melalui *e-mail* atau untuk mentransmisikan gambar secara langsung melalui internet untuk keperluan *video*

conferencing. Koneksi *webcam* ke komputer umumnya menggunakan antarmuka USB.

IP Camera

IP Camera atau *Network Camera* merupakan kamera yang disertai dengan kemampuan akses melalui jaringan. Saat ini, *IP camera* berkembang pesat dengan berbagai variasi resolusi dari VGA sampai dengan *high definition*. Koneksi *IP camera* ke komputer dengan menggunakan antarmuka RJ45 dengan kabel UTP. *IP camera* banyak digunakan sebagai kamera pengawasan seperti CCTV (*Closed-circuit television*), hanya saja penggunaannya lebih luas karena adanya fitur dapat diakses melalui jaringan.

Gambar 3 menunjukkan contoh jenis kamera tipe *webcam* dan Gambar 4 menunjukkan contoh *IP camera*.

Gambar 3. Beberapa jenis kamera: *webcam* dan *IP camera*

Pengolahan Citra Digital

Skema perangkat keras untuk pengolahan citra beserta aliran datanya digambarkan sebagai berikut

Gambar 5. Skema perangkat keras pengolahan citra beserta aliran datanya²

Frame per Second

Frame per second menunjukkan banyaknya jumlah bingkai citra yang dihasilkan dalam tiap detik.

Adapun dari segi komputasi, secara umum, semakin tinggi nilai *fps* pada sebuah kamera, maka dibutuhkan CPU yang lebih tinggi pula guna memproses citra agar tidak ada bingkai citra yang terlewatkan.

Kamera perekam pada umumnya mempunyai rentang *frame persecond* antara 20 sampai dengan 30. Pada kamera untuk kebutuhan khusus, misalkan untuk merekam benda jatuh, lomba balap mobil maka akan menggunakan kamera yang mempunyai *fps* sangat besar.

Komputasi Real-Time

Komputasi *real-time* adalah kondisi pengoperasian dari suatu sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dibatasi oleh rentang waktu dan memiliki tenggat waktu (*deadline*) yang jelas, relatif terhadap waktu suatu peristiwa atau operasi terjadi. Sebuah sistem non-waktu nyata sebagai lawannya tidak memiliki tenggat waktu. Contoh dari sebuah sistem waktu nyata adalah sistem pengendali pesawat terbang. Batasan waktu pada sistem pengendali pesawat terbang harus tegas karena penyimpangan terhadap batasan waktu dapat berakibat fatal, yaitu kecelakaan.

Aplikasi *real-time* terbagi menjadi 3 kategori:

- *Hard real-time* yaitu aplikasi dengan adanya waktu tenggang terlampaui menyebabkan sistem gagal total dan menjadi tidak berguna sama sekali
- *Firm real-time* yaitu aplikasi dengan adanya waktu tenggang yang masih ditolerir terlampaui mengakibatkan menurunkan kualitas. Setelah melampaui batas yang ditolerir, maka sistem tidak berguna lagi.
- *Soft real-time* yaitu aplikasi dengan kegunaan hasil menurun setelah batas waktu yang ditentukan. Hasil ini akan menurunkan kualitas sistem layanan

METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran *latency* pada kamera yang dilakukan dengan cara sebagai berikut

- Menjalankan program di laptop untuk menampilkan waktu sekarang (*timestamp*)
- Mengarahkan kamera ke layar laptop untuk pengambilan citra (layar laptop digunakan sebagai objek yang akan diambil gambarnya)

- Mencatat waktu saat gambar sampai ke laptop.
- *Latency* dihitung dari waktu saat gambar sampai di layar laptop (waktu PC/laptop) dikurangi dengan waktu awal proses pengambilan citra objek di sistem laptop (waktu objek).

Pengukuran *latency* diilustrasikan dalam Gambar 6.

Gambar 6. Diagram proses pengukuran

Gambar 7 menunjukkan saat pengukuran dilakukan menggunakan kamera dan laptop.

Gambar 7. Diagram Pengambilan data waktu objek oleh kamera

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data waktu (objek) dan waktu (PC) dengan berbagai tipe kamera dilakukan sebanyak 5 kali. Pengambilan data dilakukan dengan jumlah *fps* divariasikan. Ketidakpastian *latency* ($U_{95\%}$) dihitung berdasarkan ketidakpastian pengukuran berulang dan resolusi. Hasil pengujian dengan mengambil beberapa sampel didapatkan data *latency* sebagai berikut

Webcam Logitech C170

Tabel 1. Menunjukkan Webcam Logitech C170 dengan mengambil resolusi 640x480 dan *frame per second* 7

Tabel 1. Latency pada Webcam Logitech C170

Waktu (Objek)	Waktu (PC)	Selisih (ms)
22:17:57:106	22:17:57:319	213
22:17:59:409	22:17:59:598	189
22:18:00:108	22:18:00:316	208
22:18:02:503	22:18:02:717	214
22:18:04:206	22:18:04:398	192
Rata-rata		203

Latency rata-rata diperoleh senilai 203 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 15 ms ($k = 2,8$) dan jumlah *frame per second* sebanyak 7

Webcam Logitech C920

Webcam Logitech C920 dengan mengambil resolusi 640x480 dan *frame per second* 15

Tabel 2. Latency pada Webcam Logitech C920

	Waktu (PC)	Selisih (ms)
21:29:30:083	21:29:30:206	123
21:29:30:204	21:29:30:338	134
21:29:31:083	21:29:31:206	123
21:29:32:086	21:29:32:206	120
21:29:32:146	21:29:32:276	130
Rata-rata		126

Rata-rata *latency* diperoleh senilai 126 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 6 ms ($k = 2,7$) dan jumlah *frame per second* sebanyak 15.

IP Camera Zestron ZIP300

Sensor pada kamera ini menggunakan sensor citra CCD (*charge-coupled device*), lain halnya dengan 3 kamera yang digunakan dalam eksperimen ini yang menggunakan sensor citra CMOS (*complementary metal-oxide semiconductor*).

Uji coba IP Camera Zestron ZIP300 dengan mengambil resolusi 640x480 dan *frame per second* 25 dengan menggunakan kabel UTP yang dihubungkan secara *cross*.

Tabel 3. Latency pada IP Camera Zestron ZIP300

Waktu (Objek)	Waktu (PC)	Selisih (ms)
13:47:51:339	13:47:51:646	307
13:47:51:673	13:47:52:000	327
13:47:52:643	13:47:52:967	324
13:47:52:794	13:47:53:119	325
13:47:52:916	13:47:53:238	322
Rata-rata		321

Rata-rata *latency* diperoleh senilai 321 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 10 ms ($k = 2,8$) dan jumlah *frame per second* sebanyak 25.

IP Camera Avtech AVM284D

IP Camera Avtech AVM284D dengan mengambil resolusi 640x480 dan *frame per second* 25 dengan menggunakan kabel UTP yang dihubungkan secara *cross*.

Tabel 4. Latency pada IP Camera Avtech AVM284D

Waktu (Objek)	Waktu (PC)	Selisih (ms)
08:24:13:410	08:24:13:744	334
08:24:13:531	08:24:13:835	304
08:24:15:695	08:24:15:982	287
08:24:16:726	08:24:16:360	310
08:24:20:367	08:24:20:671	304
Rata-rata		308

Rata-rata *latency* diperoleh senilai 308 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 21 ms ($k=2,8$) dan *frame per second* sebanyak 25.

Pengaruh Frame Rate pada IP Camera

Pengukuran juga dilakukan dengan *frame rate per second* yang berbeda.

Berikut ini pengukuran *latency* IP Camera Avtech AVM284D dengan 30 fps

Tabel 5. Latency AVM284D pada 30 fps

Waktu (Objek)	Waktu (PC)	Selisih (ms)
20:25:11:533	20:25:12:721	1188
20:25:11:563	20:25:12:756	1193
20:25:11:593	20:25:12:794	1201
20:25:11:623	20:25:12:830	1207
20:25:11:688	20:25:12:905	1217
Rata-rata		1201

Rata-rata *latency* diperoleh senilai 1201 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 14 ms ($k=2,8$) dan *frame per second* sebanyak 30. Berikut ini pengukuran *latency IP Camera Avtech AVM284D* dengan 20 *fps*

Tabel 7. *Latency AVM284D* pada 20 *fps*

Waktu (Objek)	Waktu (PC)	Selisih (ms)
09:19:7:562	09:19:7:899	337
09:19:7:653	09:19:7:998	345
09:19:7:713	09:19:8:063	350
09:19:8:016	09:19:8:363	347
09:19:8:168	09:19:8:499	331
Rata-rata		342

Rata-rata *latency* diperoleh senilai 342 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 10 ms ($k=2,8$) dan *frame per second* sebanyak 20. Berikut ini pengukuran *latency* pada *IP Camera Avtech AVM284D* dengan *fps* = 15

Tabel 8. *Latency AVM284D* pada 15 *fps*

Waktu (Objek)	Waktu (PC)	Selisih (ms)
09:30:40:043	09:30:40:451	408
09:30:40:316	09:30:40:717	401
09:30:40:376	09:30:40:785	409
09:30:41:43	09:30:41:451	408
09:30:44:43	09:30:44:450	407
Rata-rata		407

Rata-rata *latency* diperoleh senilai 407 ms dengan ketidakpastian $U_{95\%}$ senilai ± 4 ms ($k=2,7$) dan *frame per second* sebanyak 15. Korelasi *fps* terhadap *latency* pada *IP Camera Avtech AVM284D* dengan 4 nilai *fps* yang berbeda digambarkan dalam grafik pada Gambar 8.

Gambar 8. Grafik Korelasi *fps* terhadap *latency*

Analisis

Latency pada webcam secara umum lebih kecil dibandingkan dengan *IP Camera* karena data dikirimkan secara langsung ke komputer tanpa melalui jaringan. Kecepatan USB2 dapat mencapai 480 Mbps, sementara kecepatan maksimum transfer data pada ethernet dengan mode *full duplex* sebesar 100 Mbps.

Jumlah *frame per second* juga berpengaruh pada besarnya *latency*. *Latency* pada 30 *fps* sangat besar dimana *latency* lebih dari 1 s. Hal ini karena semakin banyak *frame* yang diproses (*encode, decode*, tranfer melalui jaringan). Nilai *latency* pada 2 jenis *IP camera* yang diujicobakan optimal di 25 *fps*.

Besar *latency* juga sangat dipengaruhi oleh konfigurasi resolusi yang digunakan, semakin besar resolusi citra maka akan semakin besar ukuran *file*-nya sehingga proses transfer *file* citra akan memakan waktu lebih lama.

KESIMPULAN DAN SARAN

- *Latency* pada *IP Camera* lebih besar karena ada proses transfer data melalui jaringan
- Pada pengujian 2 seri webcam, didapatkan *latency* < 200 ms
- Pada 2 seri *IP camera* didapatkan *latency* > 300 ms.
- Secara umum webcam mempunyai *frame per second* lebih rendah dari *IP camera*.
- *Latency* juga dipengaruhi oleh *frame per second*, semakin tinggi *fps*, maka semakin tinggi *latency* pada kamera
- Dari pengujian, didapat kesimpulan bahwa jenis sensor baik CCD maupun CMOS tidak terlalu signifikan pada besarnya *latency*, hal ini terlihat dari perbandingan *latency* pada ZIP 300 dengan AVM284D

DAFTAR PUSTAKA

1. Gonzales, R.C. and R. E.Woods. 2008. *Digital Image Processing*. Third Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
2. Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
3. Daintith, J. and E.Wright. 2008. *A Dictionary of Computing*. UK: Oxford Press
4. Haivision Network Video. *Understanding End-to-End Latency for Network Video Applications*. (<http://www.techex.co.uk/resources/white-papers/understanding-end-to-end-ip-video-latency/download>, diakses tanggal 6 November 2014).
5. Prasetyo, E. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*. Yogyakarta:Andi.