

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN MANDIRI

FAKULTAS TEKNIK UNILA

**PENGARUH INCREMENTASI AKUISISI DATA TERHADAP PROSENTASE
KOMPONEN UTAMA PADA UJI THERMOGRAPHY**



TIM PENGUSUL

Suyadi, S.T., M.T	Ketua	0025127406
Dr. Fajriyanto, S.T., M.T	Anggota	0012018201

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2022

Judul Penelitian : Pengaruh Incrementasi Akuisisi Data terhadap Prosentase Komponen Utama pada Uji Thermography

Bidang Ilmu : Rekayasa

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Suyadi, S.T., M.T
- b. NIP/NIK : 19741225 200501 1 003
- c. NIDN : 0025127406
- d. Pangkat / Golongan : Penata Tk I / IIIb
- e. Jabatan Fungsional : Lektor
- f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Sipil
- g. Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian Universitas Lampung
- h. Alamat Institusi : Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung
- i. Telpon/Faks/E-mail : (0721)741947

Bandar Lampung, 26 Oktober 2022

Ketua Peneliti,



(Suyadi, S.T., M.T.)

NIP 19741225 2005 01 1 003

Mengetahui,
Sekretaris LPPM,



(Rudy, S.H., LL, M., LL.D.)
NIP 19810104 200312 1 001

Menyetujui,
PPK Fakultas Teknik Unila,



(Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)
NIP 19750928 200112 1 002

RINGKASAN

Penentuan kondisi suatu objek menggunakan metode thermography didasarkan atas besarnya pancaran energy panas yang diterima oleh sensor kamera inframerah. Pengujian thermography membutuhkan image processing untuk memperoleh informasi sesuai dengan tujuan pengujian. Salah satu metode image processing adalah metode **Analisis Komponen Utama** (*Principal Component Analysis*). Input data metode *Principal Component Analysis* adalah data sequence thermogram, sehingga semakin lama proses uji thermography, maka semakin besar data yang tercatat. Hal ini selain mengakibatkan ukuran storage yang besar, juga membutuhkan waktu image processing yang lama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perbedaan prosentase komponen utama saat image processing untuk berbagai incrementasi akuisisi data uji thermography. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan awal penentuan besarnya incrementasi saat pengujian thermography tanpa mengurangi akurasi saat *image processing*. Variasi incrementasi waktu akuisisi data pada penelitian ini adalah 1/8 s (8 fps); 1/4 s (7 fps); 1/3 s (6 fps); 1/2 s (5 fps) dan 1 s (1 fps). Pengujian thermography dilakukan pada objek kubus beton bertulang. Lampu halogen daya 500 watt digunakan sebagai sumber panas yang diletakkan 30 cm didepan kamera inframerah. Kamera inframerah diletakkan 60 cm; 70 cm dan 80 cm di depan benda uji. Pengujian dilakukan dalam ruangan untuk meminimalkan pengaruh kecepatan angin dalam proses pengujian. Hasil analisis menunjukkan bahwa recording speed 1 fps – 8 fps menunjukkan tingkat variasi komponen utama yang hampir sama besar.

Kata Kunci: Thermography, *Image Processing*, *Principal Component Analysis*.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Urgensi Penelitian	1
1.4 Luaran Penelitian	2
BAB 2. DASAR TEORI	3
II.1. Principle Component Analysis	3
II.2. Operasi Matriks pada proses PCT	3
BAB III. METODE PENELITIAN	5
III.1 Pengujian Thermography	5
III.2. Analisa Komponen Utama pada Thermogram	8
BAB IV. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN	10
IV.1 Data Pengujian Thermography	10
IV.2. Hasil Analisa Data	12
IV. 3. Prosentase Komponen Utama Hasil Proses PCT	15
BAB V. KESIMPULAN	17
DAFTAR PUSTAKA	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Total radiasi yang diterima oleh sensor kamera IR	5
Gambar III. 2 Sketsa ruang pengujian	6
Gambar III. 3 Installing penempatan benda uji, thermocouple dan kamera IR	7
Gambar III.4 Setting uji thermography pada beton bertulang	7
Gambar III.5 Metode PCT untuk analisis sequence termogram	8
Gambar III. 6 Diagram alur principle component thermography untuk defect detection di dalam struktur beton	9
Gambar IV.1 Pola sequence thermogram pada jarak kamera 80 cm	10
Gambar IV.2 Pola sequence thermogram pada jarak kamera 60 cm	10
Gambar IV.3 Jumlah variasi komponen utama tiap recording speed pada tiap nomor EOF	15
Gambar IV.4 Grafik hubungan antara variasi komponen utama dengan nomor EOF	16

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Spesifikasi kamera FLIR E8-Xt.....	6
Tabel III. 2 Spesifikasi teknis datalogger	6
Tabel IV.1 Nilai temperature pada lokasi Sp1 dengan recording speed 8 fps	11
Tabel IV.2 Korelasi antara jeda frame akuisisi data dengan recording speed	12
Tabel IV.3 Tingkat variasi komponen untuk jeda frame 1 – 8 untuk dcam = 60 cm	13
Tabel IV.4 Tingkat variasi komponen untuk dcam = 60 cm; 70 cm dan 80 cm	14

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penentuan kondisi suatu objek menggunakan metode *thermography* didasarkan atas besarnya pancaran energy panas objek tersebut. Besarnya radiasi yang diterima oleh sensor kamera inframerah dipengaruhi oleh factor transmisi (lingkungan dan atmosfer), suhu (atmosfer, permukaan objek dan lingkungan) serta emissivitas objek antara sensor kamera *Infra Red* dengan object. Guna mencapai tujuan dari pengujian thermograhya diperlukan *image processing*.

Salah satu metode *image processing* adalah metode analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*). Namun kesulitan pada metode ini adalah saat akuisisi data thermography. Hal ini disebabkan input data pada metode *Principal Component Analysis* adalah data *sequence thermogram*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya perbedaan prosentase komponen utama dari berbagai incrementasi akuisisi data uji thermography. Penelitian ini juga bertujuan untuk acuan awal penentuan besarnya incrementasi saat pengujian thermography tanpa mengurangi akurasi saat *image processing*.

Saat pengambilan data *sequence* uji thermography, akan mengalami kesulitan dalam menentukan parameter jumlah frame tiap detiknya atau *frame per second (fps)*. Semakin besar nilai *fps* akan menyebabkan kapasitas penyimpanan data thermogram yang diperlukan semakin besar. Selain itu waktu yang diperlukan saat *image processing* akan semakin lama.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui besarnya perbedaan prosentase komponen utama dari berbagai incrementasi akuisisi data uji thermography.

1.3 Urgensi Penelitian

Penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan manfaat kepada para peneliti di bidang uji thermography yang melakukan *image processing* menggunakan metode Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*).

Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam penentuan banyaknya *frame per second* (fps) saat uji thermography.

1.4 Luaran Penelitian

Luaran yang di targetkan dalam penelitian ini adalah dihasilkan minimal Laporan Penelitian yang disahkan oleh LP3M Universitas Lampung.

BAB 2. DASAR TEORI

II.1. *Principle Component Analysis*

Analisis komponen utama (PCA) adalah teknik untuk mengurangi dimensi kumpulan data tersebut, meningkatkan interpretasi tetapi pada saat yang sama meminimalkan kehilangan informasi (Alexander M G, 2012 dan Andrade, C. 2007). Penggunaan metode PCA diusulkan oleh Rajic, 2002 dan disebut dengan teknik *Principle Component Thermography (PCT)* saat diaplikasikan pada hasil uji thermography (Andrade, C. 2007). Ide utama metode PCT ini adalah transformasi data time-domain (*sequence*) ke domain baru (data lebih sederhana tanpa mengurangi informasi data), dimana *defect* dalam struktur terdeteksi oleh variasi temperature dari serangkaian thermogram (Andrade, C. 2007). Penggunaan metode PCT memerlukan transformasi data thermography dari bentuk 3 dimensi (3D) menjadi 2 dimensi (2D).

II.2. Operasi Matriks pada proses PCT

Sebelum proses PCT dikerjakan, maka perlu normalisasi data pada matrik I_t , sehingga anomali dan inkonsistensi data dapat dikurangi. Normalisasi data dapat dilakukan dengan 2 (dua) metode yaitu metode kesatu, tiap data dikurangi dengan nilai rata-rata tiap thermogram dan metode kedua seperti metode kesatu namun hasilnya harus dibagi dengan nilai standar deviasi data-data tersebut.

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kovarian matrik ternormalisasi tersebut $[\hat{I}_t]$. Karena matrik \hat{I}_t belum tentu matrik bujur sangkar, maka untuk menghitung nilai eigen vector dan eigen value digunakan metode dekomposisi matrik yaitu metode *Single Value Decomposition (SVD)* seperti pada persamaan di bawah ini.

$$cov [\hat{I}_t] = \frac{1}{N} \hat{I} * \hat{I}^T \quad (II.1)$$

$$\hat{I} = U S V^T \quad (II.2)$$

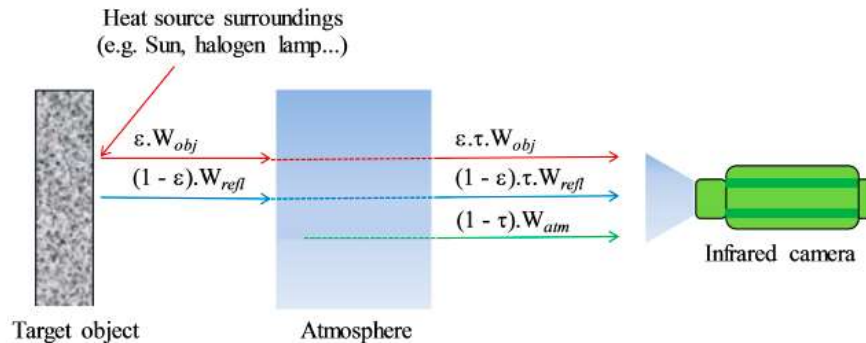
Elemen tiap kolom dari matriks U adalah nilai eigen vector matrik \hat{I} yang dikenal sebagai nilai *principal component analysis (PCA)*, sedangkan nilai diagonal dari matrik S merupakan nilai eigen value matrik \hat{I} yang sudah tersusun dari nilai

terbesar ke nilai terkecil. Tingkat pengaruh masing-masing parameter (dalam hal ini frame-frame thermogram) selama pengujian dapat dilihat dari besarnya presentasi variasi dari nilai eigen value.

BAB 3. METODE PENELITIAN

III.1. Pengujian Thermography

Total radiasi yang diterima oleh sensor kamera infra merah merupakan kombinasi radiasi objek dan pengaruh lingkungan (atmosfer) seperti digambarkan di bawah ini.



Gambar III. 1 Total radiasi yang diterima oleh sensor kamera IR (Tran et al., 2017)

Berdasarkan gambar di atas, total radiasi yang diterima oleh kamera inframerah (Tran et al., 2017):

$$W_{tot} = E_{obj} + E_{refl} + E_{atm} \quad (III.1)$$

$$W_{tot} = \epsilon \cdot \tau \cdot W_{obj} + (1 - \epsilon) \tau \cdot W_{refl} + (1 - \tau) \cdot W_{atm} \quad (III.2)$$

Dan dapat di tuliskan lagi dalam bentuk

$$W_{tot} = \epsilon \cdot \tau \cdot \sigma (T_{obj})^4 + (1 - \epsilon) \tau \cdot \sigma (T_{refl})^4 + (1 - \tau) \cdot \sigma (T_{atm})^4 \quad (III.3)$$

Sesuai *handbook* dari FLIR Camera, nilai T_{refl} sama dengan nilai ambient temperature (T_{amb}). *Ambient temperature* merupakan *temperature* yang mengelilingi objek yang dimaksud, dan nilai ini merupakan nilai *atmosphere temperature* (T_{atm}). Karena pengujian ini dilakukan dengan metode thermography aktif, sehingga besarnya suhu atmosfer di antara objek dengan kamera IR tidak konstan. Parameter ini digunakan untuk mengetahui besarnya suhu permukaan objek (T_{obj}) yang sebenarnya. Spesifikasi teknis kamera thermal FLIR E8-Xt yang digunakan sebagai berikut :

Tabel III. 1 Spesifikasi kamera FLIR E8-Xt

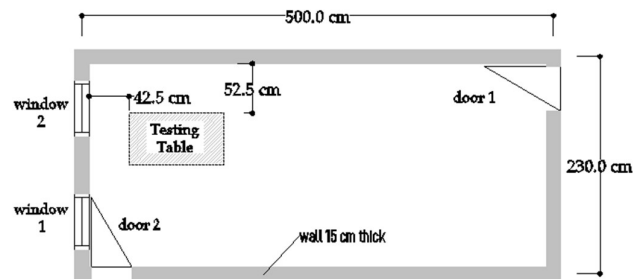
Temperature range	-4 to 1022°F (-20 to 550°C)
Accuracy	±3.6°F (2°C)
Thermal sensitivity/NETD	<0.09°F (0.05°C)
Spatial resolution (IFOV)	2.6 mrad
Field of View (FOV)	45° x 34°

Pengujian temperatur juga menggunakan termokopel Lutron TP-01 Type K Temperature Probe, dengan spesifikasi maksimum suhu pengujian 300°C / 572°F dengan *accuracy* +/- 0.4%. Sebanyak 2 (dua) buah termokopel yang ditanam di dalam beton uji dan 2 (dua) buah termokopel yang dipasang bergantian pada papan grid, digunakan pada pengujian ini. Spesifikasi teknis *Datalogger* sebagai berikut :

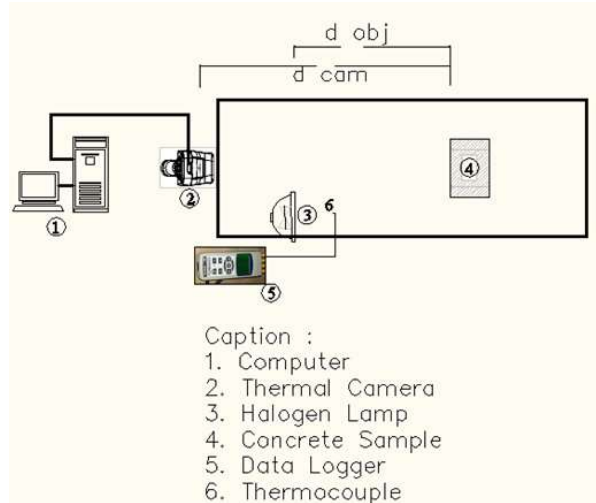
Tabel III. 2 Spesifikasi teknis *datalogger*

Sensor type	Type K thermocouple probe Type J/T/E/R/S thermocouple probe
Resolution	0.1°C/1°C, 0.1°F/1 °F.
Datalogger sampling time	Auto 1 detik sampai 3600 detik
Operating temperature	0 sampai 50 °C
Operating humidity	Kurang dari 85%

Seluruh pengujian pada penelitian ini dilakukan di dalam ruang dengan sketsa seperti gambar III.2.



Gambar III. 2 Sktesa ruang pengujian



Gambar III. 3 *Installing* penempatan benda uji, *thermocouple* dan kamera IR

Dua (2) buah thermocouple diletakkan di atas lampu halogen sejauh 10 cm dan 18 cm dengan jarak maju masing-masing 10 cm. Benda uji beton mutu 20 Mpa, diletakkan 30 cm didepan lampu halogen. Kamera thermal diletakkan dengan jarak (d_{cam}) sebesar 60 cm, 70 cm dan 80 cm. Variabel ini digunakan sebagai parameter peubah pada penelitian ini. Perletakan benda uji dan peralatan lainnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

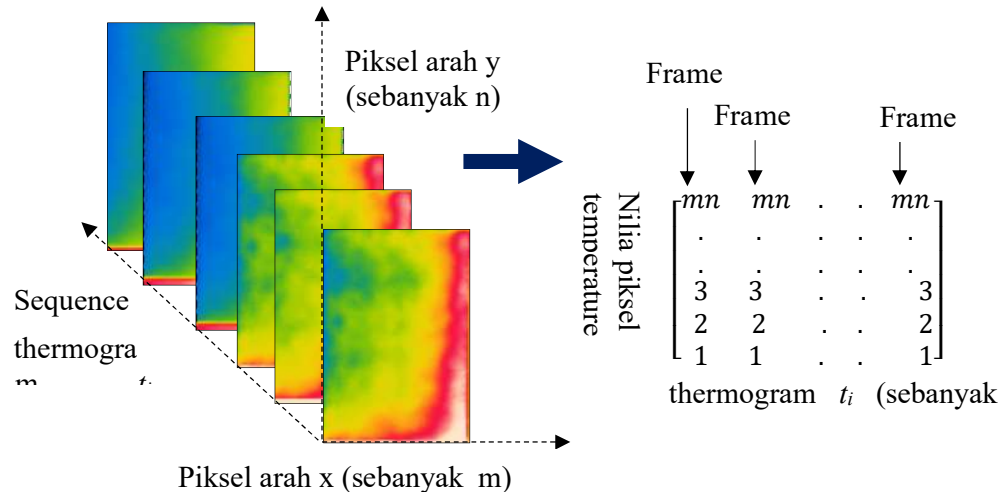


Gambar III.4 Setting uji thermography pada beton bertulang

Termocouple diletakkan rupa sedemikian sehingga saat benda uji mengeras, ujung termocouple rata dan menyentuh permukaan beton seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Pemilihan termokopel untuk pengukuran suhu ruangan mengikuti standar *ASTM-E 1129 tentang Standard Specification for Thermocouple Connectors*.

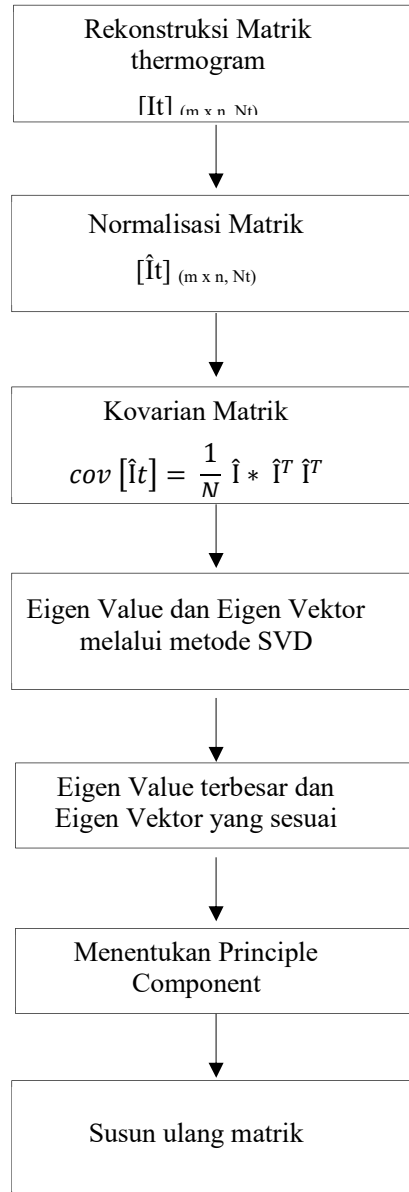
III.2. Analisa Komponen Utama pada Thermogram

Principle Component Thermography tercermin pada nilai eigen vector matrik I_t tersebut. Transformasi kedalam bentuk matrik 2 D yang berukuran $M \times N$ dengan nilai $M = m \times n$ dan $N = N_t$ seperti terlihat pada gambar.



Gambar III.5 Metode PCT untuk analisis sequence termogram

Secara garis besar proses *Principle Component Thermography (PCT)* dapat digambarkan pada diagram di bawah ini.

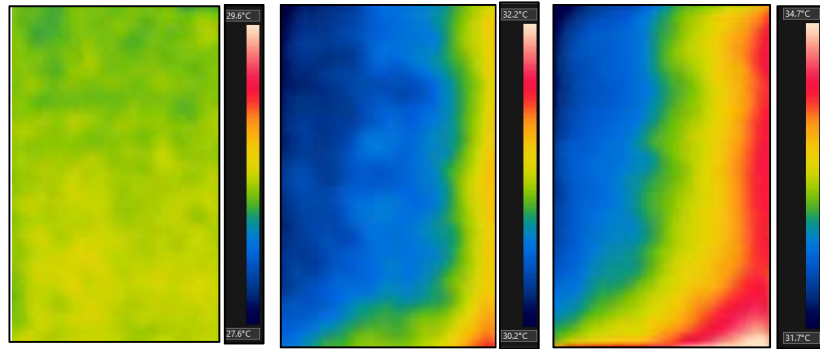


Gambar III. 6 Diagram alur *principle component thermography* untuk *defect detection* di dalam struktur beton

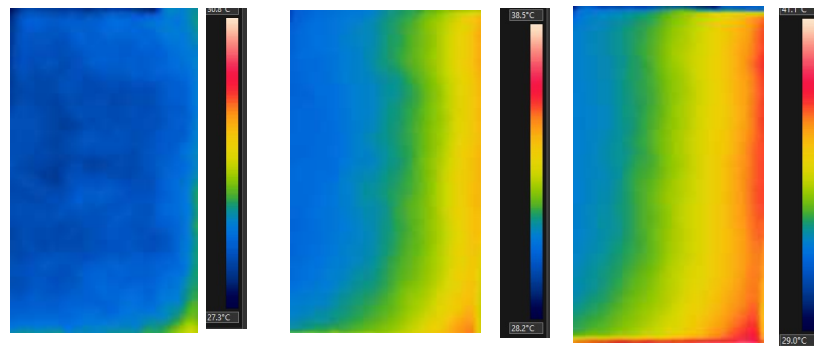
BAB 4. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

IV. 1. Data Pengujian Thermography

Pengujian thermography dilakukan di dalam ruangan dengan variasi jarak kamera ke objek (d_{cam}) yaitu 60 cm, 70 cm dan 80 cm. Berikut ini contoh data hasil uji thermography pada beberapa benda uji di atas.



Gambar IV.1 Pola sequence thermogram pada jarak kamera 80 cm



Gambar IV.2 Pola *sequence thermogram* pada jarak kamera 60 cm

Data sequence thermogram menunjukkan adanya perubahan temperature permukaan beton selama fase pemanasan (penyinaran) dan fase pendinginan. Karakteristik perubahan tersebut menunjukkan adanya perbedaan respon thermal yang disebabkan adanya perbedaan parameter thermal yang ada di dalam beton tersebut. Beberapa penyebab adanya perbedaan parameter thermal antara lain adanya baja tulangan, retakan dan keropos di dalam beton. Karakter tersebut akan muncul secara bersama-sama saat dilakukan proses thermography.

Proses thermoraphy tidak lepas akan adanya noise yang ikut terekam oleh sensor inframerah dari kamera. Hal ini akan mempersulit identifikasi suatu defect di dalam beton jika tanpa analisis dilakukan berdasar image yang ada (tanpa image processing). Data digital number pada titik piksel Sp1 di bawah ini menunjukkan besarnya increment time akuisisi data pada tiap frame.

Tabel IV.1 Nilai temperature pada lokasi Sp1 dengan *recording speed* 8 fps

No Frame	Relative time	Temp. Value at Sp1
	s	°C
1	0	27.57685852
2	0.134	27.58017731
3	0.267	27.62783432
4	0.4	27.60400772
5	0.534	27.59209442
6	0.667	27.59209442
7	0.8	27.53250313
8	0.934	27.52058029
9	1.067	27.53250313
10	1.2	27.54442406
11	1.267	27.54442406
12	1.4	27.56826019
13	1.534	27.52058029
14	1.667	27.52058029
15	1.8	27.58017731
16	1.934	27.53250313
17	2.067	27.53250313
18	2.2	27.53250313
19	2.334	27.52058029
20	2.467	27.53250313
21	2.6	27.53250313
22	2.734	27.49673271
23	2.867	27.43709183
24	3	27.43709183
25	3.134	27.44902229
26	3.267	27.47288132
27	3.4	27.46095276
28	3.534	27.42516136
29	3.667	27.36548233
30	3.8	27.36548233

Terlihat bahwa untuk jeda 1 frame dibutuhkan interval waktu akuisisi data sebesar 0,134 s dan selanjutnya dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel IV.2 Korelasi antara jeda frame akuisisi data dengan *recording speed*

No	Jeda Frame	Interval waktu akuisisi data	
		s	fps
1	1	0.134	8
2	2	0.267	4
3	3	0.4	3
4	4	0.534	2
5	5	0.667	2
6	6	0.8	2
7	7	0.934	2
8	8	1.067	1

IV. 2. Hasil Analisis Data

Data thermal yang direkam oleh sensor kamera inframerah dilakukan ekstraksi menggunakan software Flir Tools. Data digital number (DN) hasil ekstraksi yang tersusun dalam bentuk matrik, selanjutnya dilakukan proses Analisis Komponen Thermography (PCT) menggunakan software Matlab. Salah satu hasil pada analisis ini adalah nilai eigen dari matrik yang tersusub dalam beberapa stage atau disebut sebagai *empirical orthogonal functions (EOF)*. Nilai-nilai dalam PCT dapat menggambarkan karakteristik benda uji setelah dilakukan penyusunan ulang ke dalam bentuk matrik semula. Berikut ini hasil pengolahan menggunakan metode PCT pada 3 (tiga) buah sequence thermogram untuk beberapa tahapan EOF dengan variasi jeda frame dan jarak kamera ke objek (d_{cam}).

Tabel IV.3 Tingkat variasi komponen untuk jeda frame 1 – 8 untuk $d_{cam} = 60$ cm

EOF	Jeda Frame 1	Jeda Frame 2	Jeda Frame 3	Jeda Frame 4	Jeda Frame 5	Jeda Frame 6	Jeda Frame 7	Jeda Frame 8
1	99.619%	99.619%	99.620%	99.621%	99.619%	99.620%	99.619%	99.619%
2	0.298%	0.298%	0.298%	0.298%	0.298%	0.299%	0.298%	0.299%
3	0.013%	0.013%	0.013%	0.013%	0.014%	0.013%	0.014%	0.013%
4	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%
5	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%
6	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.005%	0.004%	0.004%
7	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%
8	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%	0.003%
9	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
10	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
11	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
12	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
13	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
14	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
15	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
16	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
17	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
18	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
19	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
20	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
21	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
22	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
23	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
24	0.001%	0.001%	0.001%	0.000%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%
25	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
26	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
27	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
28	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
29	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
30	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%

Tabel IV.4 Tingkat variasi komponen untuk $d_{cam} = 60$ cm; 70 cm dan 80 cm

No EOF	$d_{cam} = 80$ cm	$d_{cam} = 70$ cm	$d_{cam} = 60$ cm
EOF1	97.106%	99.266%	99.698%
EOF2	2.244%	0.441%	0.235%
EOF3	0.131%	0.042%	0.014%
EOF4	0.090%	0.026%	0.008%
EOF5	0.050%	0.024%	0.003%
EOF6	0.027%	0.020%	0.003%
EOF7	0.022%	0.014%	0.003%
EOF8	0.019%	0.011%	0.002%
EOF9	0.016%	0.010%	0.002%
EOF10	0.016%	0.009%	0.002%
EOF11	0.011%	0.007%	0.001%
EOF12	0.011%	0.006%	0.001%
EOF13	0.009%	0.005%	0.001%
EOF14	0.007%	0.005%	0.001%
EOF15	0.007%	0.004%	0.001%
EOF16	0.006%	0.004%	0.001%
EOF17	0.005%	0.004%	0.001%
EOF18	0.005%	0.003%	0.001%
EOF19	0.005%	0.003%	0.001%
EOF20	0.004%	0.003%	0.000%
EOF21	0.004%	0.002%	0.000%
EOF22	0.004%	0.002%	0.000%
EOF23	0.003%	0.002%	0.000%
EOF24	0.003%	0.002%	0.000%
EOF25	0.003%	0.002%	0.000%
EOF26	0.003%	0.002%	0.000%

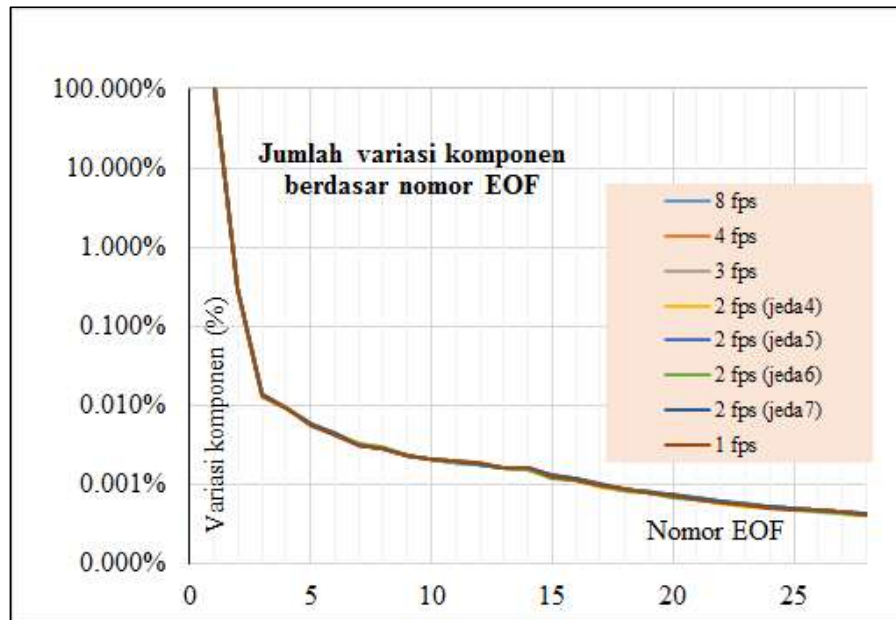
Menurut Bojan, 2020 bahwa *empirical orthogonal functions (EOF)* ke-1 dari hasil analisis PCT memberikan gambaran yang serupa dengan termogram, tetapi dalam EOF ke-2 akan diperoleh distribusi yang menunjukkan cacat di dalam sampel yang diamati. Hasil yang sama juga terjadi pada hasil penelitian ini seperti terlihat pada data di atas.

Terlihat bahwa pada EOF ke-1 tingkat variasi komponen telah mencapai $> 97\%$ untuk semua variasi (jeda frame dan jarak kamera ke objek). Selain itu terlihat bahwa tingkat variasi komponen untuk jeda frame 1 – 8 hampir sama yaitu

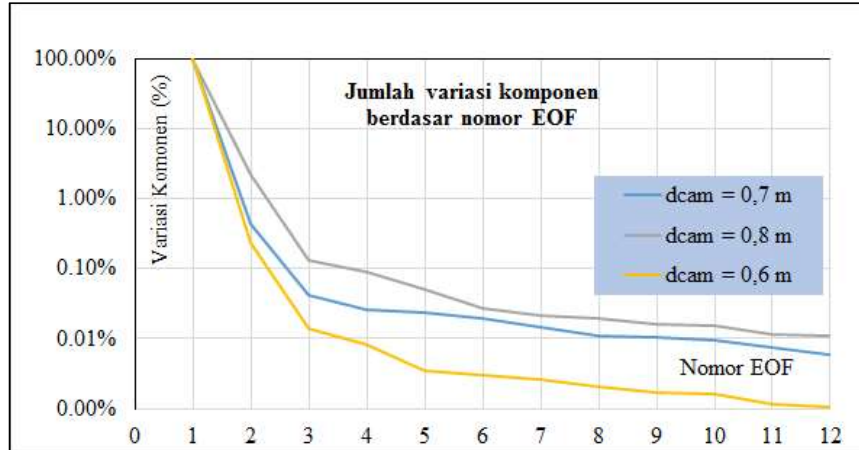
mencapai >99% untuk $d_{cam} = 60$ cm. Hal ini berarti untuk setting akuisisi thermogram 1 fps (frame per second) dengan 8 fps menghasilkan tingkat variasi komponen tidak berbeda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk menghemat dan memperkecil storage akuisisi thermography dapat menggunakan setting 1 fps (1 frame tiap detik).

IV. 3. Prosentase Komponen Utama Hasil Proses PCT

Hasil analisis komponen utama pada thermography (PCT) pada variasi jeda frame dan 3 (tiga) variasi jarak kamera ke benda uji (d_{cam}) terlihat pada grafik di bawah ini.



Gambar IV.3 Jumlah variasi komponen utama tiap *recording speed* pada tiap nomor EOF



Gambar IV.4 Grafik hubungan antara variasi komponen utama dengan nomor EOF

Grafik menunjukkan bahwa setelah nomor EOF ke-5 cenderung linier. Hal ini menunjukkan bahwa setelah EOF ke-5 sumbangan karakteristik benda uji sudah tidak signifikan. Sebaliknya terjadi pada EOF ke-1 yang sangat dominan yang mencapai tingkat variasi komponen utama sebesar $> 97\%$, hal ini berarti pada EOF ke-1 karakteristik benda uji sudah terlihat pada tahap ini. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil deskripsi nilai eigen pada EOF ke-1 hampir menyerupai dari karakteristik benda uji selama proses penyinaran. Selanjutnya pada EOF ke-2 terlihat masih ada sumbangsih nilai variasi komponen utama sebesar $0,23\% - 2,24\%$. Hal ini berarti variasi karakteristik benda uji dapat dilihat pada nilai eigen saat EOF ke-2.

BAB 5. KESIMPULAN

Dari beberapa analisis di atas dapat disimpulkan antara lain :

1. Distribusi nilai eigen hasil proses PCA pada thermogram hasil proses thermography dapat digunakan untuk mengamati karakteristik benda uji tersebut.
2. Nilai eigen pada EOF ke-1 menggambarkan karakteristik asli dari benda uji.
3. Nilai eigen pada proses PCA ke-2 (EOF ke-2) sudah cukup untuk mengetahui karakteristik benda uji.
4. Akuisisi data 1 fps sampai dengan 8 fps menghasilkan tingkat variasi komponen utama hampir sama di tiap urutan EOF. Sehingga untuk akuisisi data dengan recording speed = 8 fps sudah cukup mewakili karakteristik benda uji jika image processing menggunakan metode PCT.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. G., Beushausen, H., & Otieno, M. B. (2012). Research Monograph no. 9: Corrosion of steel in reinforced concrete: Influence of binder type, water/binder ratio, cover and cracking. In *Department of Civil Engineering, University of Cape Town: Concrete Materials and Structural Integrity Research Unit (CoMSIRU)*.
- Andrade, C. (2007). Corrosion of steel reinforcement. In *Environmental Deterioration of Materials* (pp. 185–216). WIT Press. <https://doi.org/10.2495/978-1-84564-032-3/06>
- FLIR System. (2011). Thermal Imaging Guidebook for building and renewable energy applications. *Guide Book*, 68. www.flir.com/%5Cnwww.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/.../T820264_APAC.pdf
- FLIR System. (2012). *A Resource Guide for Using Infrared in the Research and Development Industry THE ULTIMATE INFRARED HANDBOOK FOR R&D PROFESSIONALS Contents*.
- M. S. Noya Van Delsen, A. Z. Wattimena, dan S. D. Saputri , 2017, “Penggunaan Metode Analisis Komponen Utama untuk Mereduksi Faktor-faktor Inflasi di Kota Ambon”. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* | Desember2017| Volume 11 Nomor 2 | Hal. 109 - 118.
- Nur Ismi Tahir, 2021, “*Aplikasi Metode Analisis Komponen Utama (AKU) dalam Mengidentifikasi Faktor yang Memengaruhi Kemiskinan di Kabupaten/Kota Provinsi Sulawesi Selatan*”, Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Tran, Q. H., Han, D., Kang, C., Haldar, A., & Huh, J. (2017). Effects of ambient temperature and relative humidity on subsurface defect detection in concrete structures by active thermal imaging. *Sensors (Switzerland)*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/s17081718>



KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
NOMOR **1151** /UN26.15/PM/2022

TENTANG
PENETAPAN NAMA DOSEN PELAKSANA KEGIATAN PENELITIAN
MANDIRI PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
TAHUN 2022

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG

- Menimbang : a. bahwa berdasarkan hasil Review Proposal Penelitian pada Fakultas Teknik Universitas Lampung tahun 2022 telah menghasilkan nama-nama yang memenuhi syarat untuk melaksanakan kegiatan pengabdian;
- b. bahwa dalam rangka pelaksanaan Pengabdian sebagai salah satu dari wujud Tri Dharma Perguruan Tinggi maka perlu menetapkan Dosen Pelaksana Kegiatan Penelitian pada Fakultas Teknik Universitas Lampung Tahun 2022;
- c. bahwa untuk itu perlu ada Penetapan nama dosen pelaksana kegiatan Penelitian mandiri pada Fakultas Teknik Universitas Lampung Tahun 2022 dengan Surat Keputusan Dekan.

- Mengingat : 1. Undang – Undang Nomor 8 Tahun 1974 Jo. Undang-undang Nomor 43 Tahun 1999 tentang pokok-pokok kepegawaian;
2. Undang-Undang RI Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Undang-Undang RI Nomor 5 tahun 2014 tentang Aparatur Sipil Negara;
4. Keputusan Presiden Nomor 73 tahun 1996, tentang pendirian Universitas Lampung;
5. Keputusan Mendikbud Nomor 0385/O/1993 tentang pembukaan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
6. Peraturan Mendikbud Nomor 72 tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unila;
7. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No.134149/PMK/RHS/KP/2019, Pemberhentian dan pengangkatan Rektor Unila periode Tahun 2019-2023;
8. Permenristekdikti Nomor 6 tahun 2015 tentang statuta Universitas Lampung;
9. Keputusan Rektor Unila Nomor 2914/UN26/KP/2021 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan kembali Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG TENTANG PENETAPAN NAMA DOSEN PELAKSANA KEGIATAN PENELITIAN MANDIRI PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2022;

PERTAMA : Nama-Nama Dosen Pelaksana Kegiatan Penelitian mandiri pada Fakultas Teknik Universitas Lampung Tahun 2022 sebagaimana tersebut dalam dibawah ini;

No.	Nama Dosen	Judul
1.	Suyadi, ST., M.T	Pengaruh Incrementasi Akuisisi Data Terhadap Prosentase Komponen Utama pada Uji Thermography
	Dr. Fajriyanto, S.T., M.T	

KEDUA : a. Dosen Sebagaimana dimaksud pada diktum pertama harus melaksanakan kegiatan Penelitian mandiri sesuai dengan judul pengabdian dan waktu yang telah ditetapkan.
b. Dosen sebagaimana dimaksud pada diktum pertama dalam melaksanakan tugas bertanggung jawab kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;

KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal penetapan dan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan keputusan ini akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Bandar Lampung
pada tanggal 9 Agustus 2022



Tembusan:

1. Rektor Universitas Lampung;
2. Ketua Jurusan dilingkungan FT Unila
3. Ketua Program Studi dilingkungan FT Unila
4. ybs untuk dilaksanakan.