

PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFRARED THERMOGRAPHY UNTUK DETEKSI DINI KEGAGALAN ISOLASI JARINGAN KABEL LISTRIK UNNES

Kartono¹, Agus Suryanto², Eko Bagus Apriyanto³

¹²³Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Email: agusku2@mail.unnes.ac.id

Abstract. Various phenomena in the maintenance of electricity network things that need to be anticipated include fluctuations in load, vibration, metal damage, extreme environments such as high temperatures, wind, or chemicals. Even dirt or dust in the air can also increase the rate of damage and amount of damage in the power grid. To address these problems, maintenance strategies based on monitoring the condition of an equipment are implemented. Various conditions can be monitored for example vibration / vibration, temperature, performance, chemical condition, and others. One of the practical techniques that will be discussed in this paper is thermography techniques using infrared cameras. Objectives to be gained through this research are: 1) Establish appropriate strategy for maintenance of power grid with application of infrared thermography detection technology, 2) to know the temperature change level that happened at power grid when infrared thermography detection technology applied, 3) Preventive action of temperature monitoring results on the electrical grid after the results of Intrautromal Thermography detection analysis. Stages This research was conducted by infrared thermography method that is shooting with infrared camera on power line which is operating produce a temperature pattern on surface of an object. Equipment that decreased performance will produce an anomaly phenomenon. Through certain interpretations, the heat source that produces such temperature deviation patterns can be traced. By knowing the cause of temperature deviation as early as possible, repair or maintenance of an electrical component can be done long before the component fails. Thus the failure of components or even accidents that may arise can be prevented. The conclusions that can be in this research are as follows: 1) Based on the results of research that have been done the average working temperature of electrical equipment in the panel panel phase experience abnormal, which indicates that the condition of the equipment is not in the best condition, so need to be followed up with 2) By using infrared thermography technology the initial inspection process of maintenance becomes more effective and efficient in terms of time and cost, as well as the use of thermography technology in the maintenance of electricity networks is also quite practical and easy.

Keywords : Temperature, Thermography, Electricity

PENDAHULUAN

Setiap industri, proses, bangunan atau fasilitas apapun selalu memerlukan listrik untuk beroperasi. Kegagalan suatu komponen listrik akan menyebabkan terhentinya pasokan listrik yang kemudian akan mengganggu proses produksi. Bahkan kegagalan komponen listrik dapat berakibat fatal pada kecelakaan yang dapat memakan korban material maupun manusia. Apapun wujud energi listrik, tidak ada sistem kelistrikan yang 100% efisien. Arus yang melalui jaringan listrik akan membangkitkan panas karena adanya tahanan listrik.

Hampir semua peralatan atau komponen yang menggunakan atau menghasilkan listrik akan menghasilkan panas sebelum peralatan atau komponen tersebut rusak. Pemeliharaan peralatan listrik dan mekanis yang tepat merupakan kunci untuk mencapai penanganan yang efektif dari sisi biaya. Hingga saat ini, tidak ada yang meragukan sistem Predictive Maintenance (PM). Teknologi PM dapat secara cepat, tepat dan aman untuk mengetahui permasalahan-permasalahan sebelum terjadinya kerusakan. Menemukan dan kemudian mengencangkan sambungan yang longgar sebelum komponen tersebut rusak, dapat menghemat biaya yang lebih besar bila mana dihitung dari berhentinya produksi, kehilangan produksi, kehilangan tenaga listrik, bila menimbulkan kebakaran dan kerusakan yang hebat.

Menemukan permasalahan dengan kamera infrared kadang-kadang tidak cukup. Bila mana hanya foto infrared, tanpa didukung dengan pengukuran suhu yang akurat, tidak akan memberikan data yang lengkap mengenai kondisi dari sambungan listrik atau keausan komponen mekanis. Kebanyakan objek elektrik adalah objek yang berkerja dengan temperatur di atas temperatur ruangan. Foto infrared tanpa pengukuran dapat menimbulkan salah pengertian karena bisa saja bila dilihat secara visual ada masalah tetapi sebenarnya tidak ada. Oleh karena itulah penggunaan teknik ini yang didukung dengan implementasi analisis Software Smart View sangat mendesak untuk dilakukan. Dengan Software ini Data dari bentuk focus dan emitifitas, level, span, dan Pallete bisa dilakukan analisis lebih lanjut sehingga tingkat akurasi analisis bisa digunakan sebagai bahan rekomendasi untuk dilakukan perawatan dini.

Rumusan permasalahan yang targetkan dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat model strategi yang tepat untuk pemeliharaan jaringan listrik dengan aplikasi teknologi deteksi Thermography Infra Merah dan bagaimana mengetahui tingkat perubahan suhu yang terjadi pada jaringan listrik ketika teknologi deteksi Thermography Infra Merah diterapkan.

METODE

Alat dan Bahan

Adapun Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kamera thermal FLUKE Ti32 dengan spesifikasi sebagai berikut.

Model	Fluke Ti32 9Hz Thermal Imager
Akurasi	$\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau 2% dari hasil pembacaan
Range Temperatur	-20 $^{\circ}\text{C}$ sampai +600 $^{\circ}\text{C}$



Gambar 1 Kamera Thermal Fluke Ti32

2. Laptop Asus dengan spesifikasi sebagai berikut.

Operating System	Windows 8.1 Enterprise 32-bit
Processor	<i>AMD E-350 APU With Radeon HD Graphics, RAM 2048 MB</i>

Perangkat keras ini digunakan untuk menginstal software yang diperlukan untuk menganalisis data yang sudah diperoleh dalam penelitian sehingga didapat informasi yang dibutuhkan.

3. Piranti lunak Fluke Smart View 3.14

SmartView adalah piranti lunak bawaan kamera thermal Fluke Ti32, piranti lunak ini diciptakan untuk mempermudah analisa dan pengolahan data objek yang sudah direkam menggunakan kamera termal tersebut.

FLUKE

SmartView® Software

Version 3.14

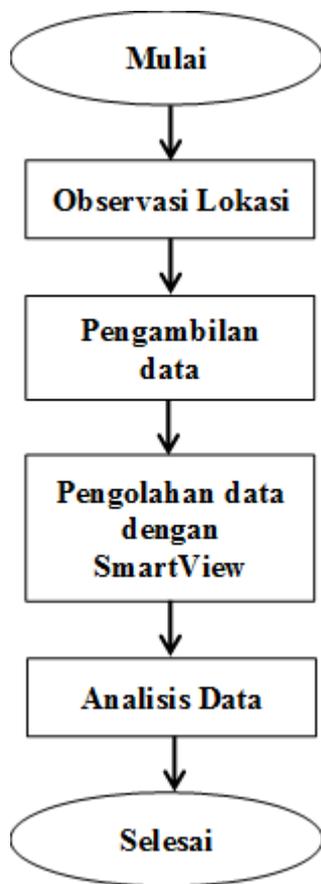
Copyright © 2006-2016 Fluke Corporation.

Gambar 2 SmartView Software

4. Multitester 15D
5. Tang Meter
6. Cos Q Meter
7. Komunikasi Serial
8. 1 Unit Modem koneksi Internet

Rancangan Eksperimen

Penelitian pengembangan (*Research and Development*) ini terdiri dari beberapa tahapan, di mana langkah-langkah penelitian mengacu pada *R & D cycle borg dan Gall* (1983), dengan uraian penjelasan yang telah dimodifikasi dan diselaraskan dengan tujuan dan kondisi penelitian yang sebenarnya. Tahapan-tahapan penelitian lebih jelasnya pada diagram berikut.

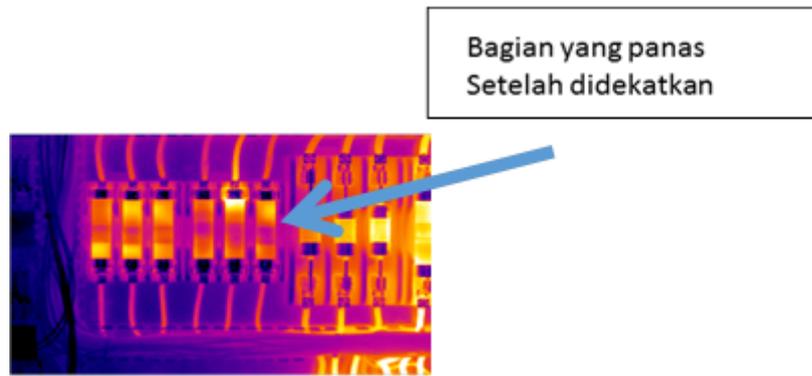


Gambar 3 Diagram tahapan penelitian

Analisis Data

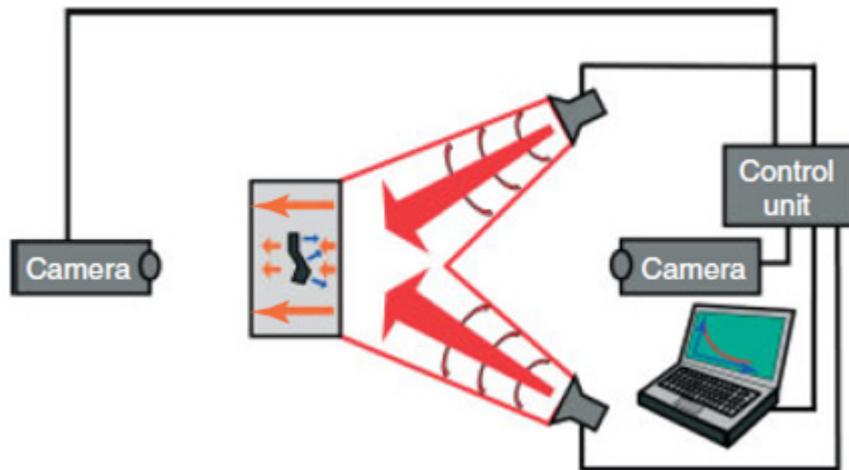
Data hasil pengukuran kemudian dilakukan analisis data dengan beberapa metode pilihan sebagai berikut :

1. Thermografi Kualitatif, yang diperlukan hanya peta/pola panas, tidak memerlukan nilai suhu;
2. Thermografi Kuantitatif, disamping peta/pola panas dilengkapi juga dengan nilai temperature yang terukur (Radiometry)



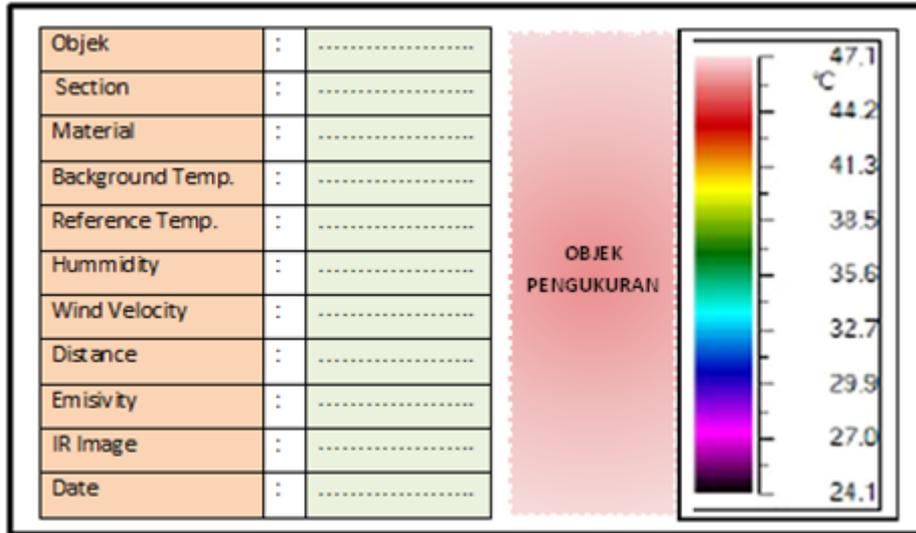
Gambar 4. Sampel objek yang menjadi titik focu diagnosa thermografi infrared

Thermografi Passive, atau teknik langsung tembak/shoot objeknya. Teknik ini umum digunakan dalam melakukan inspeksi terhadap objek yang memiliki perbedaan suhu yang cukup besar dengan suhu disekitarnya. Thermografi Passive, teknik ini memerlukan sumber panas / dingin yang dikenakan pada objek yang akan diinspeksi. Kemudian perubahan/gradien pola panas dari objek tersebut direkam dari waktu ke waktu. Teknik inspeksi ini adalah time base atau tidak statis atau dinamis;



Gambar 5. Teknik Inpeksi Thermography

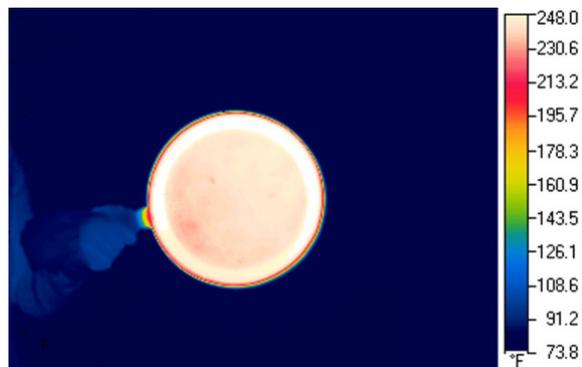
Selanjutnya Data Scaning di analisis dengan menggunakan Software Smart View. Dengan Software ini Data dari bentuk focus dan emitifitas, level, span, dan Pallete bisa dilakukan lebih lanjut di Software SmartViews



Gambar 6. Rancangan Data Hasil Scanning untuk Di analisis

Imaging performance	
Image capture frequency	9 Hz refresh rate or 60 Hz refresh rate depending upon model variation
Detector type	320 X 240 Focal Plane Array, uncooled microbolometer
Thermal sensitivity (NETD)	≤ 0.045 degrees C and 45 mK
Total Pixels	76,800
Infrared spectral band	7.5 μm to 14 μm (long wave)
Visual (visible light) camera	Industrial performance 2.0 megapixel
Minimum focus distance	46 cm (approx. 18 in)
Standard infrared lens type	<ul style="list-style-type: none"> • Field of view : 23 ° x 17 ° • Spatial resolution (IFOV) : 1.25 mRad • Minimum focus distance : 7.5 cm (approx. 6 in)
Optional telephoto infrared lens type	<ul style="list-style-type: none"> • Field of view : 11.5 ° x 8.7 ° • Spatial resolution (IFOV) : 0.63 mRad • Minimum focus distance : 45 cm (approx. 18 in)
Optional wide-angle infrared lens type	<ul style="list-style-type: none"> • Field of view : 46 ° x 34 ° • Spatial resolution (IFOV) : 2.50 mRad • Minimum focus distance : 7.5 cm (approx. 3 in)
Focus mechanism	Manual, one-handed Smart Focus capability

Gambar 7. Sampel data dengan software Smart View



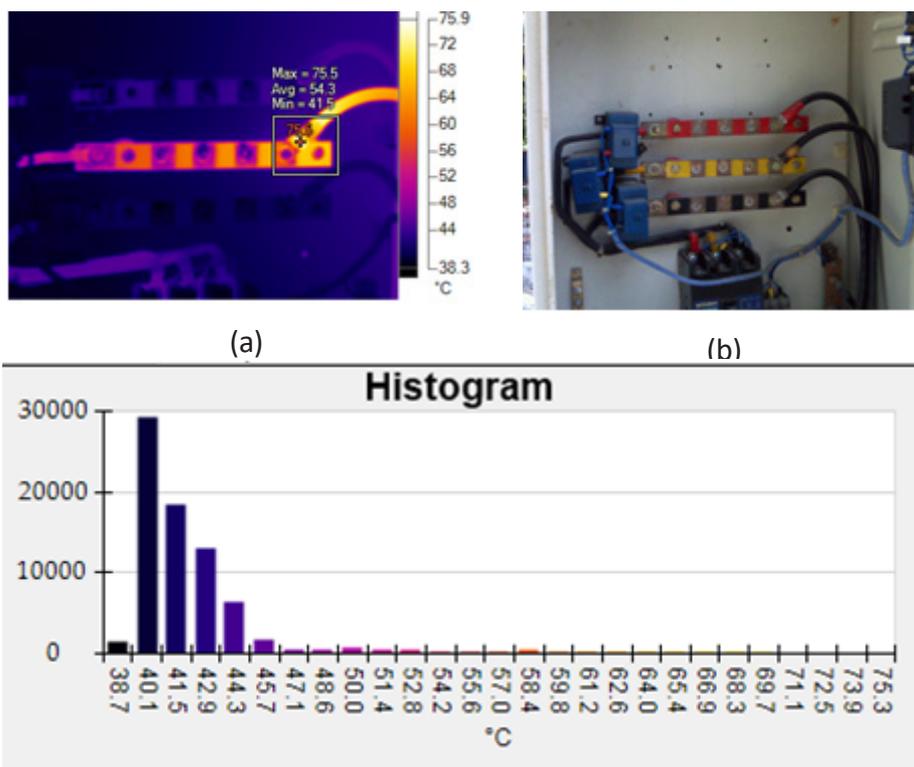
Gambar 8. Contoh penggunaan Real Emissivitas

Pengumpulan data dalam penelitian ini peneliti mengamati secara langsung terhadap objek yang diteliti menggunakan kamera thermal fluke Ti32 yang hasilnya berupa file gambar thermogram dengan format .is2 beserta keterangan derajat temperatur objek penelitian. Data yang diperoleh oleh peneliti termasuk dalam data primer. Data-data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis. Cara analisis data menggunakan bantuan software SmartView yang khusus untuk membaca data gambar berformat .is2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Thermogram Terminasi Fasa Panel Trafo Teknik 1

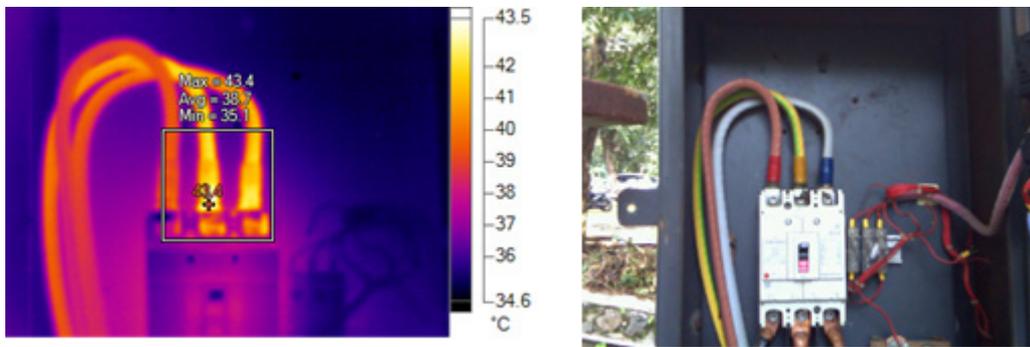
Berikut ini adalah hasil Data Thermogram yang diambil dari lokasi Panel Trafo di Fakultas Teknik yang terletak di samping Gedung E11



Gambar 9. (a) Pola Distribusi Suhu Terminasi Fasa, (b) Visual Terminasi Fasa, (c) Histogram Penyebaran Suhu Terminasi Fasa

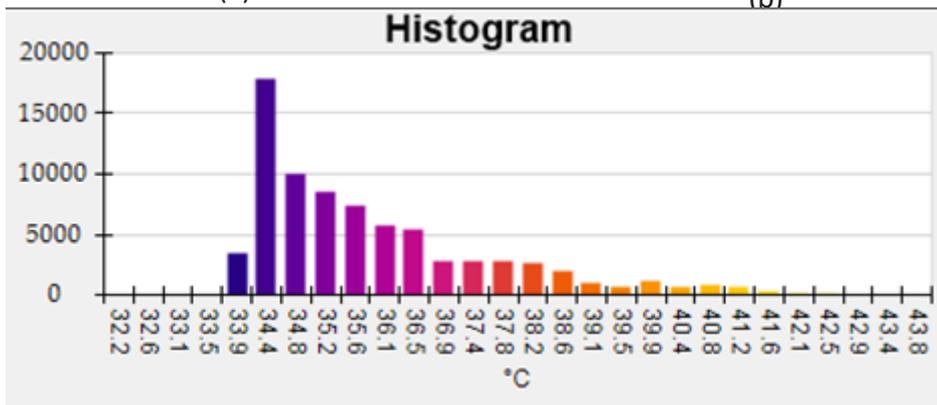
Data thermogram MCCB pada panel trafo FT 2

Berikut ini adalah hasil Data Thermogram yang diambil dari lokasi Panel Trafo di Fakultas Teknik yang terletak di depan Gedung Dekanat FT.



(a)

(b)

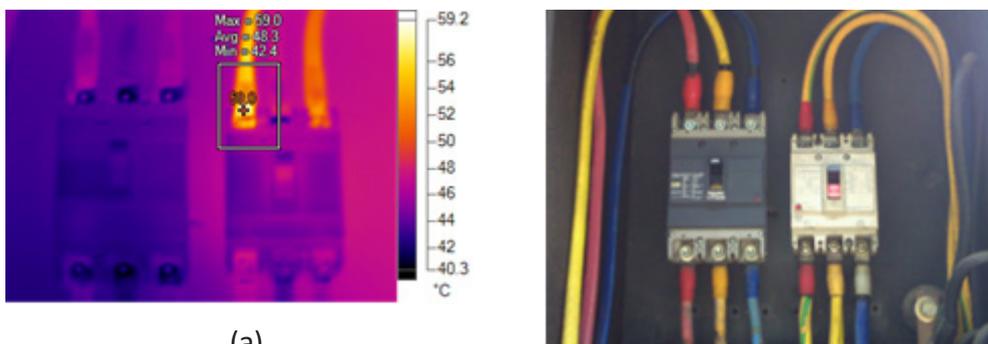


(c)

Gambar 10. (a) Pola Distribusi Suhu MCCB, (b) Visual MCCB, (c) Histogram Penyebaran Suhu MCCB

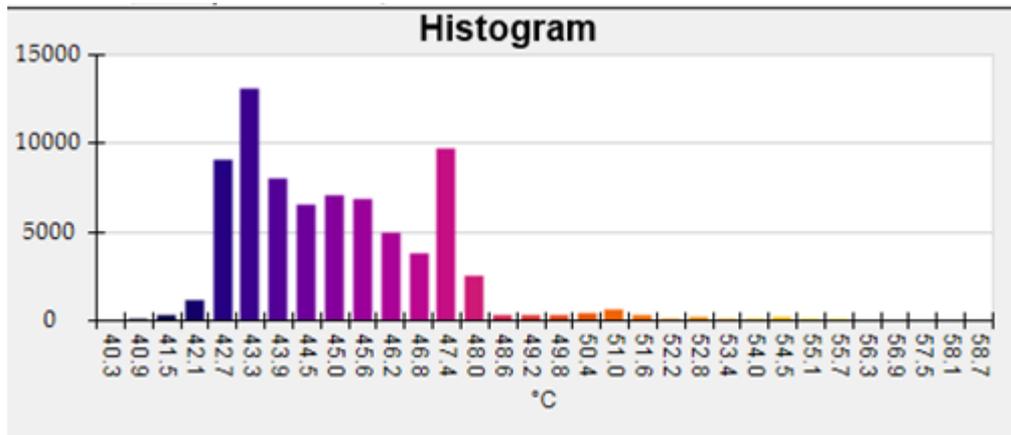
Data Thermogram MCCB panel FIP

Berikut ini adalah hasil Data Thermogram yang diambil dari lokasi Panel Trafo di Fakultas Teknik yang terletak di Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP).



(a)

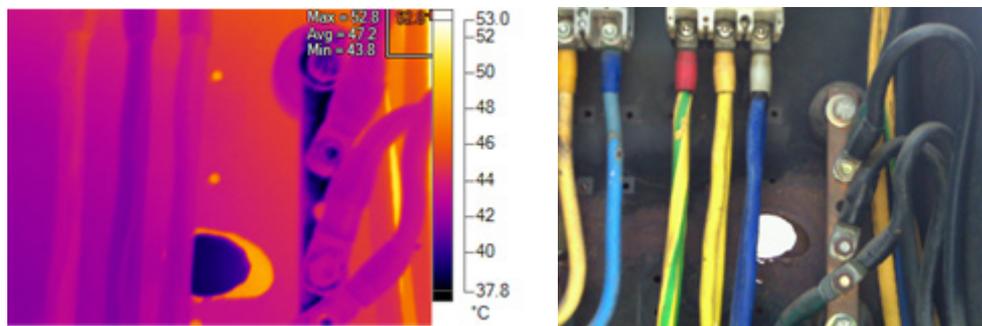
(b)



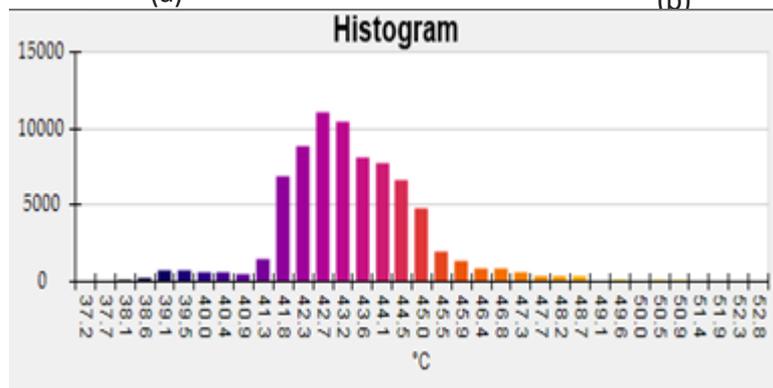
(c)
Gambar 11. (a) Pola Distribusi Suhu MCCB (b) Visual MCCB (c) Histogram Penyebaran Suhu MCCB

Data Thermogram Kabel Terminasi Panel Trafo FBS

Berikut ini adalah hasil Data Thermogram yang diambil dari lokasi Panel Trafo di Fakultas Teknik yang terletak di Fakultas Bahasa dan Seni (FBS).



(a) (b)



(c)
Gambar 12. (a) Pola Distribusi Suhu Kabel Terminasi (b) Visual Kabel Terminasi (c) Histogram Penyebaran Suhu Kabel Terminasi

Pembahasan

Thermogram Terminasi Fasa Panel Trafo Teknik 1



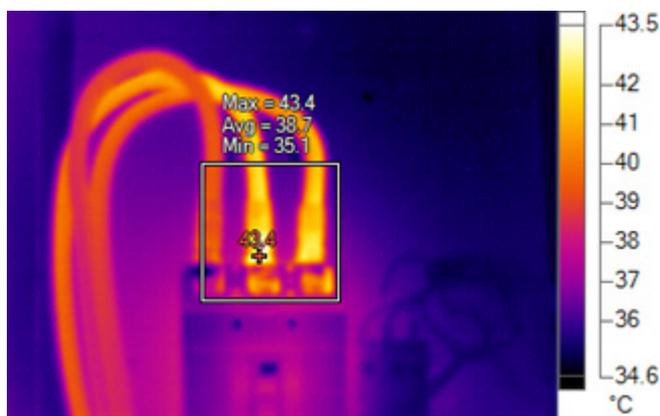
Gambar 13. Hasil Analisis Suhu pada Panel Teknik 1 memakai SmartView

Gambar 13 kotak panel trafo teknik 1 pada terminasi fasa S terlihat sangat kontras membara dibanding kedua fasa yang lain, setelah di cek menggunakan aplikasi SmartView ternyata suhu maksimal yang terukur adalah 75,5 °C. Jika dibandingkan dengan suhu normal terminasi, maka ada kenaikan sebesar 24,1 °C . Penyebab yang diduga adalah beban antar fasa yang tidak seimbang, sehingga menyebabkan panas berlebih.

Tabel 1 Suhu *Thermography* Terminasi Fasa Panel Trafo Teknik 1

Nama Komponen	Suhu Maksimal terukur (°C)	Suhu Referensi (°C)	Kenaikan Suhu (°C)	Kondisi
Terminasi fasa	75,5 °C	45 °C	30,5 °C	Over

Thermogram MCCB Panel Trafo Teknik 2



Gambar 14. Thermogram MCCB Panel Trafo Teknik 2

Gambar di atas panel peralatan pada kotak panel trafo 2, terlihat bagian MCCB. pada bagian kabel keluaran dari MCCB terlihat membara warnanya, setelah dilakukan pengecekan diketahui bahwa suhu tertinggi pada bagian tersebut adalah 43,4 °C. Kemudian dibandingkan dengan standar suhu termografi pada MCCB yaitu 55 °C, artinya suhu kerja pada MCCB tersebut masih dalam keadaan normal.

Tabel 2. Suhu *Thermography* koneksi MCCB Trafo Teknik 2

Nama Komponen	Suhu Maksimal terukur (°C)	Suhu Referensi (°C)	Kenaikan Suhu (°C)	Kondisi
MCCB	43,4 °C	55 °C	-°C	Normal

Thermogram MCCB Panel Trafo Dekanat FIP



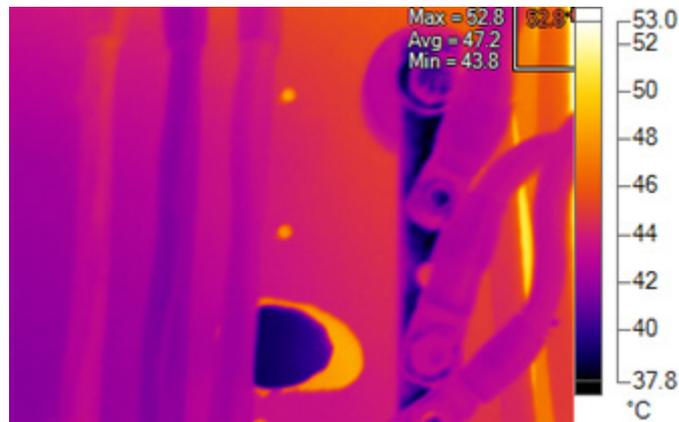
Gambar 15. Thermogram MCCB Panel Trafo Dekanat FIP

Pada Gambar diatas adalah kotak panel trafo depan Dekanat FIP, dilakukan pengecekan menggunakan kamera *Thermal*, terlihat kabel koneksi MCCB pada panel tersebut dengan warna membara, yaitu kabel keluaran fasa R dan fasa T .Diketahui suhu maksimal terukur yaitu pada fasa R adalah 59 °C. Ini artinya ada kenaikan suhu sebesar 4 °C pada kabel keluaran MCCB tersebut. Penyebab yang diduga adalah beban melebihi kapasitas MCCB.

Tabel 3. Suhu *Thermography* kabel koneksi MCCB Trafo FIP

Nama Komponen	Suhu Maksimal terukur (°C)	Suhu Referensi (°C)	Kenaikan Suhu (°C)	Kondisi
Kabel koneksi MCCB	59 °C	55 °C	4 °C	Over

Thermogram Kabel Terminasi Panel Trafo FBS



Gambar 16. Suhu *Thermography* kabel terminasi Trafo FBS

Gambar di atas adalah gambar thermogram kabel terminasi dari kotak panel Trafo FBS. Pada gambar tersebut setelah di cek, suhu maksimal terukur adalah 52,8 °C. Jika dibandingkan dengan suhu *Thermography* dari terminasi, maka ada kenaikan suhu sebesar 7,8 °C. Penyebab yang diduga adalah beban melebihi kapasitas.

Tabel 4. Suhu *Thermography* Terminasi Trafo FBS

Nama Komponen	Suhu Maksimal terukur (°C)	Suhu Referensi (°C)	Kenaikan Suhu (°C)	Kondisi
Kabel koneksi MCCB	52,8 °C	45 °C	7,2 °C	Over

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses pengembangan perangkat dapat diperoleh bahwa perangkat pembelajarannya yang telah dikembangkan adalah perangkat yang baik karena telah memenuhi syarat-syarat perangkat pembelajaran dikatakan baik yang meliputi :
 - a. Kevalidan, menurut penilaian para validator terhadap perangkat pembelajaran yang menyatakan valid karena telah memenuhi validitas isi dan validitas konstruk.
 - b. Kepraktisan, karena menurut penilaian para validator bahwa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dapat diterapkan dalam pembelajaran, kemampuan guru mengelola pembelajaran dalam kategori minimal cukup baik dan aktivitas siswa selama kegiatan pembelajaran dengan menerapkan perangkat tersebut dalam kategori

- baik.
- c. Keefektifan, karena respon siswa terhadap pembelajaran pada kategori positif, sikap dan keterampilan siswa dalam kategori baik, dan instrument tes tertulis yang memenuhi kriteria valid, reliabel dan sensitif.
2. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh informasi bahwa pembelajaran kooperatif tipe *STAD* dengan metode *scramble* efektif untuk mengajarkan materi Sistem Koordinat karena telah memenuhi syarat-syarat keefektifan pembelajaran yang meliputi :
 - a. Ketuntasan belajar klasikal terpenuhi. Hal ini terlihat dari persentase jumlah siswa yang tuntas yaitu mencapai $\geq 75\%$, sikap dan keterampilan (kinerja) berada pada kategori minimal baik.
 - b. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran bernilai minimal cukup baik
 - c. Aktivitas siswa dalam kegiatan pembelajaran efektif
 - d. Siswa memberikan respon yang positif terhadap pembelajaran.

Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat peneliti kemukakan. Bagi guru, pembelajaran kooperatif tipe *STAD* dengan metode *scramble* dapat digunakan sebagai model pembelajaran alternatif untuk mengajarkan materi Sistem Koordinat di kelas VIII SMP. Bagi peneliti lain yang akan melakukan penelitian yang sama, yaitu tentang pengembangan perangkat pembelajaran kooperatif tipe *STAD* dengan metode *scramble*, agar hasil penelitiannya maksimal hendaknya dilakukan dengan memperbaiki kelemahan-kelemahan yang telah diungkapkan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. 2009. *Membangun Kompetensi Pedagogis Guru Matematika*. Surabaya : Lentera Cendikia
- Arends, R. I. 2008. *Learning to Teach*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Arikunto, Suharsimi. 2002. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Degeng, Sudana I Nyoman. 1989. *Ilmu Pengajaran Taksonomi Variabel*. Jakarta : Depdikbud
- Ekasari, Hajjar. 2014. *Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT (Teams Games Tournament) dengan Pendekatan Sainifik untuk Materi Peluang di Kelas X SMA Muhammadiyah 2 Surabaya* (Tesis tidak dipublikasikan). Universitas Negeri Surabaya
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan*. Jember : Pena Salsabila
- Huda, Miftahul. 2013. *Model-Model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Hudojo, H. 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang : Universitas Negeri Malang
- Isjoni. 2013. *Cooperatif Learning : Efektifitas Pembelajaran Kelompok*. Bandung : ALFABETA
- Kemendikbud. 2013. *Permendikbud RI No 65 tahun 2013 Tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta
- Kemendikbud. 2013. *Permendikbud RI No 66 tahun 2013 Tentang Standar Penilaian*

- Pendidikan. Jakarta
- Kemendikbud. 2013. *Model Penilaian Pencapaian Kompetensi Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama*. Jakarta
- Kemp, J.E. 1994. *Proses Perancangan Pengajaran*. Terjemahan Asril Marjohan. Bandung: ITB.
- Khanifatul. 2012. *Pembelajaran Inovatif*. Jogjakarta : Ar-Ruzz Media
- Kompas, dalam Kopertis. 5 Desember 2013
- Kyriacou, C. 2009. *Effective Teaching : Theory and Practice*. Bandung : Nusa Media. Penerjemah : M. Khozim
- Marsih, Wahyudi, Warsiti. 2009. *Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika tentang Soal Cerita Pecahan pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar*. Laporan Penelitian UNS
- Maulana, Achmad. 2004. *Kamus Ilmiah Populer*. Yogyakarta : Absolut
- Morrison, G.R., Ross, S.M., Kemp, J.E. 2011. *Designing Effective Instruction*. New York: Macmillan College Publishing Company.
- Mudhofir. 1990. *Teknologi Instruksional*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Muhsetyo, G. 2011. *Pembelajaran Matematika SD*. Jakarta : Universitas terbuka
- Musta'in. 2014. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbantuan Software Geogebra untuk materi Dimensi Tiga Kelas X SMA Al Azhar* (Tesis tidak dipublikasikan). Universitas Negeri Surabaya
- Nur, M. 2011. *Model Pembelajaran Kooperatif*. Surabaya : Pusat Sains dan Matematika Sekolah UNESA.
- Putri, A.A. 2013. “*Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VIIC SMP Anggrek Banjarmasin Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Teams Achievement Divisions (STAD) dan Scramble*”. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta, tanggal 9 November 2013.
- Ratumanan, T. G. dan Laurens, T. 2003. *Evaluasi Hasil Belajar yang Relevan dengan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Surabaya : Unesa University Press
- Riyanto, Y. 2009. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group
- Rochmad, 2009. “*Desain Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika*”. *Jurnal Kreano*, 3 (1): 59-72.
- Sanjaya, W. 2005. *Pembelajaran dalam Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Jakarta : Kencana
- Slavin, R. E.. 1995. *Cooperative Learning : Theory, Research, and Practice* (2nd ed). Boston : Allyn & Bacon
- _____. 2000. *Educational Psychology : Theory and practice*. Boston : Allyn and Bacon
- _____. 2005. *Cooperative Learning*. Bandung : Penerbit Nusa Media. Penerjemah : Narulita Yusron
- Soetadianta, Wijana. 2013. *Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD dengan Berbantuan Geogebra pada Materi Lingkaran untuk Kelas VIII Siswa SMP* (Tesis tidak dipublikasikan). Universitas Negeri Surabaya
- Suherman, S dan Winataputra U.S. 1993. *Strategi Belajar Mengajar Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sukino dan Simangunsong, Wilson. 2006. *Matematika untuk SMP Kelas VIII*. Jakarta :

Erlangga

Suprijono, A. 2009. *Cooperative Learning*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar

Suyanto, Paidi, Wilujeng. 2011. "Lembar Kerja Siswa (LKS)". Makalah disajikan pada Pembekalan guru daerah terluar, terluar, dan tertinggal di Akademi Angkatan Udara Yogyakarta tanggal 26 Nopember-6 Desember 2011

Trianto. 2007. *Model pembelajaran Terpadu dalam Teori dan Praktek*. Surabaya : Prestasi Pustaka

Wardani. 2005. *Psikologi Belajar*. Jakarta : Pusat Penerbitan Universitas Terbuka