

Rancangan Modifikasi *MV Switchgear Cement Mill Substation Dilengkapi Infrared Windows Pada PT Solusi Bangun Andalas*

Fitra Ichwan¹, Hasvienda M.Ridwan^{2*}, Rachmat Arnanda², Abdul Basir³, dan Rahmat Hidayat⁴

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Konsentrasi rekayasa Industri, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16425

³CBM & Preventive Maintenance PT. Solusi Bangun Andalas, Tbk Jl. Banda Aceh-Meulaboh No.KM.16.5, Mon Ikeun,
Kec. Lhoknga, Kabupaten Aceh besar, Aceh 23353

⁴Electrical & Instrument Maintenance PT. Solusi Bangun Andalas, Tbk Jl. Banda Aceh-Meulaboh No.KM.16.5, Mon
Ikeun, Kec. Lhoknga, Kabupaten Aceh besar, Aceh 23353

Abstrak

Switchgear adalah panel distribusi yang mendistribusikan beban kepanel-panel yang lebih kecil kapasitasnya.. Gagalnya operasi switchgear akan menghambat proses produksi semen. PT Solusi Bangun Andalas adalah salah satu industri yang sangat memperhatikan unsur preventive maintenance dalam pemeliharaan peralatan di dalamnya. Sebagai contoh pada cement mill substation dimana terdapat peralatan yaitu switchgear. Inspeksi thermography merupakan salah satu metode untuk mendeteksi peralatan sebelum terjadinya kerusakan. Saat ini inspeksi thermography pada MV switchgear belum pernah dilakukan, padahal inspeksi sangat harus dilakukan terutama pada bagian cable compartment. Inspeksi thermography tidak dilakukan dikarenakan cover MV switchgear tidak mempunyai akses untuk melakukan thermography, membuka cover untuk melakukan thermography dapat membahayakan inspector karena kondisi busbar dan kabel dalam keadaan live atau bertegangan serta dapat memicu terjadinya arc flash. Pekerjaan yang sangat berbahaya tapi merupakan pekerjaan yang sangat harus untuk dilakukan. Rancangan modifikasi ini menggunakan InfraRed Windows sebagai akses untuk melakukan inspeksi thermography.

Kata-kata kunci: Inspeksi Thermography, IR windows (InfraRed Windows), Switchgear, Arc Flash

Abstract

Switchgear is a distribution panel that distributes loads to panels of smaller capacity. The failure of the switchgear operation will hamper the cement production process. PT Solusi Bangun Andalas is one of the industries that pays great attention to the element of preventive maintenance in the maintenance of the equipment in it. For example, in a cement mill substation where there is equipment, namely switchgear. Thermography inspection is one method to detect equipment before damage occurs. Currently, thermography inspections on MV switchgear have never been carried out, even though inspections must be carried out, especially in the cable compartment. Thermography inspection is not carried out because the MV switchgear cover does not have access to perform thermography, opening the cover to perform thermography can endanger the inspector because the busbar and cable conditions are live or live and can trigger arc flash. It's a very dangerous job but a very must-do job. The design of this modification uses InfraRed Windows as access to perform thermography inspections.

Keywords: Inspection Thermography, IR windows (InfraRed Windows), Switchgear, Arc Flash

* Corresponding author E-mail address: hasvienda.ridlwan@mesin.pnj.ac.id

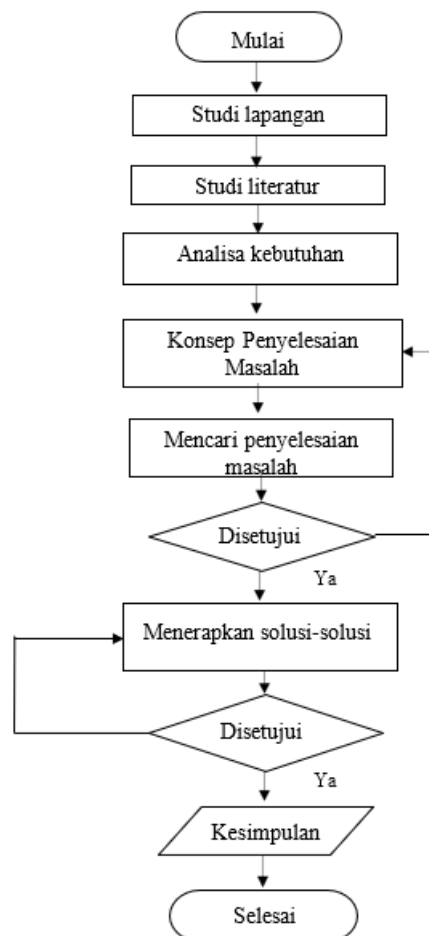
1. PENDAHULUAN

PT Solusi Bangun Andalas adalah salah satu industri yang sangat memperhatikan unsur *preventive maintenance* dalam pemeliharaan peralatan di dalamnya. Sebagai contoh pada *cement mill substation* dimana terdapat peralatan yaitu *switchgear*. *Switchgear* perannya sangat penting karena sebagai peralatan untuk pemutus dan penghubung sumber aliran listrik ke peralatan mesin untuk proses produksi yang ada di *cement mill*. *Cement mill* adalah Mesin (Equipment) yang berfungsi untuk penggilingan akhir dalam proses pembuatan semen yang berbentuk silinder horizontal dimana didalamnya terdapat dua ruangan (*compartement I & 2*) yang dibatasi oleh diaphragma serta bola-bola besi sebagai media grindingnya. Sehingga diharapkan tidak terjadi masalah pada *switchgear*.

Inspeksi *thermography* merupakan salah satu metode untuk mendeteksi peralatan sebelum terjadinya kerusakan. saat ini inspeksi *thermography* pada MV *switchgear* belum pernah dilakukan, padahal inspeksi sangat harus dilakukan terutama pada bagian *cable compartment*. Inspeksi *thermography* tidak dilakukan dikarenakan cover MV *switchgear* tidak mempunyai akses untuk melakukan *thermography*, membuka cover untuk melakukan *thermography* dapat membahayakan inspector karena kondisi busbar dan kabel dalam keadaan live atau bertegangan serta dapat memicu terjadinya *arc flash*. Pekerjaan yang sangat berbahaya tapi merupakan pekerjaan yang sangat harus untuk dilakukan.

Maka dari itu perlu pemasangan *InfraRed Windows* yang memungkinkan untuk melakukan inspeksi *thermography* tanpa membuka cover MV *switchgear*. Karena dengan di pasanginya *InfraRed Windows* dapat memberikan jaminan aman dari tegangan dan *arc flash*. Dengan demikian, dapat melakukan inspeksi *thermography* dengan aman tanpa gangguan sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan peralatan melalui *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*.

2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Tugas Akhir

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

Pada PT solusi bangun andalas melakukan *preventive maintenance* dengan condition monitoring yang dilakukan pada interval yang telah ditentukan untuk memeriksa kondisi fisik saat ini, untuk mengurangi kemungkinan dan dampak kegagalan dalam operasi, atau mempertahankan tingkat kinerja peralatan yang berupa MV *switchgear*. Inspeksi *thermography* adalah teknik yang digunakan untuk condition monitoring dari bagian *preventive maintenance* pada MV *switchgear* di *Cement Mill Substation*, yang dilakukan 2 kali dalam satu tahun secara rutin.

MV *switchgear* mempunyai tiga komponen utama yaitu relay protection *compartment*, *circuit breaker compartment* dan *cable compartment*, saat ini inspeksi thermogrphahy pada MV *switchgear* belum pernah dilakukan, padahal inspeksi sangat harus dilakukan terutama pada bagian *cable compartment*.

Pada tanggal 18 Desember 2021, penulis melakukan investigasi kedalam *Cement Mill Substation* dan benar bahwa pada MV *switchgear* tidak mempunyai akses untuk melakukan inspeksi *thermography* seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Kondisi MV Switcgear Didalam Cement Mill Substation

Setelah melakukan investigasi dapat disimpulkan bahwa pada MV *switchgear* tidak bisa dilakukan inspeksi *thermography* dikarenakan memang tidak adanya akses untuk melakukan inspeksi.

Analisa Konsumen

Analisa konsumen didasari latar belakang yang telah dipaparkan di pendahuluan, yaitu inpeksi *thermography* tidak dilakukan karena pada cover MV *switchgear* tidak mempunyai akses untuk melakukan inspeksi. Inspeksi *thermography* yang dilakukan untuk monitoring bagian yang ada didalam MV *switchgear* terutama *cable compartment* (*cable out-going*, *termination cable*, *earthing switch*, *surge arrester*).

Hasil dari analisa kebutuhan konsumen yaitu :

1. inspeksi thermography bisa dilakukan dengan aman dan tidak membahayakan.
2. Hasil inspeksi *thermography* akurat dengan actual.
3. Biaya modifikasi tidak memakan biaya yang besar.
4. Memenuhi nilai estika desain.

Pemilihan Konsep Desain

Setelah mengetahui kebutuhan dari konsep modifikasi yang telah ditentukan, maka penulis dapat menyusun konsep desain untuk akses inspeksi *thermography*, konsep desain yang telah didesain antara lain:

1. Konsep 1

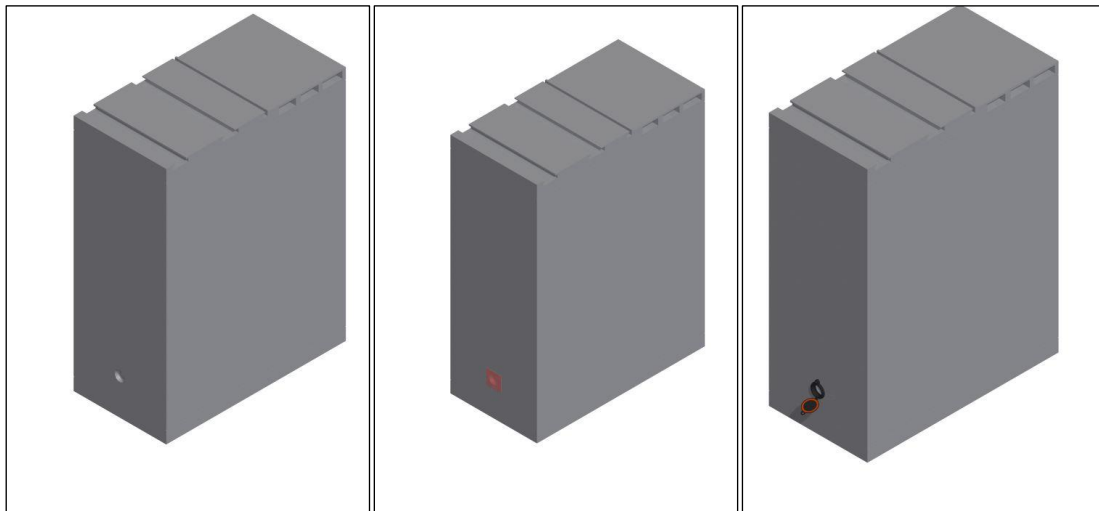
Pada konsep ini cover MV *switchgear* membuat lubang sebagai media akses untuk camera *thermography* mengukur *temperature* bagian dalam *cable compartment* MV *switchgear*. Namun konsep ini tidak bisa digunakan karena lubang yang dibuat tersebut akan menjadi akses debu masuk kedalam MV *switchgear* dan tidak safe karena kondisi busbar dan kabel dalam keadaan live atau bertegangan. Lubang atau gap juga dapat memicu terjadinya *arc flash*, pekerja yang secara langsung terpapar akan mengalami risiko cacat seumur hidup atau kematian.

2. Konsep 2

Pada konsep ini cover MV *switchgear* dipasang kaca sebagai media akses untuk camera *thermography* mengukur *temperature* bagian dalam kabel *compartment* MV *switchgear*. Kaca berasal dari bahan yang bersifat cair namun memiliki kepadatan tinggi, dan struktur amorf, kaca bersifat tembus cahaya, terkadang juga memantulkan kembali cahaya datang. Konsep ini tidak cocok untuk inspeksi *thermography* karena akan membuat camera *thermography* tidak akurat dalam mendeteksi dan mengukur *temperature* dari objek.

3. Konsep 3

Pada konsep ini cover MV *switchgear* dipasang *InfraRed Windows* sebagai media akses untuk inspeksi *thermography* mengukur *temperature* bagian dalam *cable compartment* MV *switchgear*. *InfraRed Windows* yang digunakan adalah Fluke CV400 ClirVu® 95 mm (4 in) *InfraRed Windows* yang sudah diuji dengan tingkat uji ledakan busur tertinggi IEEE C37.20.7: 63 kA Busur diuji di KEMA, UL 50/50E/50V, UL1558, IEC60529-1: IP67, IEC 60068, NEMA 4/12, CSA C22. 2 NO. 14-13:2012, dan CE.



Gambar 3. Konsep Desain

Penentuan Konsep Desain

Setelah melalui proses pembuatan desain. Maka perlu dilakukan proses pemilihan desain yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, penentuan desain dilakukan dengan menggunakan perbandingan kelebihan dan kekurangan dari setiap konsep desain, seperti tertera pada tabel berikut :

Table 1. Penentuan Konsep Desain

NO	Kriteria yang dipilih	Konsep pertama	Konsep kedua	Konsep ketiga
1	Biaya yang dibutuhkan murah	✓	✓	X
2	Tingkat keamanan terjamin	X	X	✓
3	Estika desain	X	✓	✓
4	Hasil yang didapat akurat	✓	X	✓
Jumlah		2	2	3

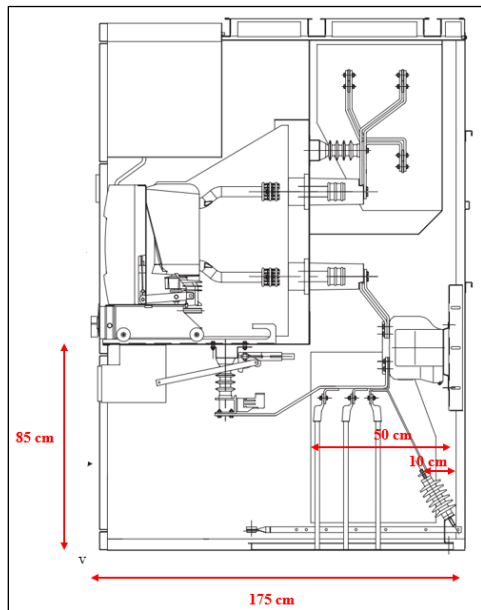
Dari hasil tabel diatas penulis menyimpulkan bahwa konsep desain yang dipilih sebagai bahan modifikasi yaitu konsep desain ketiga, karena hampir memenuhi setiap kriteria yang dibutuhkan baik dari segi keamanan, estika desain dan untuk penggunaan dilapangan akan mendapatkan hasil yang akurat, walaupun konsep ketiga

ini membutuhkan biaya yang tidak murah dikarenakan konsep ketiga ini menggunakan alat yang jelas dan sudah teruji.

Perhitungan *Field of View* (FOV) dari *InfraRed Windows*

Perhitungan *Field of View* (FOV) diperlukan untuk memilih ukuran dan lokasi *infrared windows*. *Field of View* (FOV) ditentukan berdasarkan jarak dari objek ke *infrared windows*.

Berikut jarak objek ke cover MV switchgear :



Gambar 4. Jarak Objek ke Cover MV Switchgear

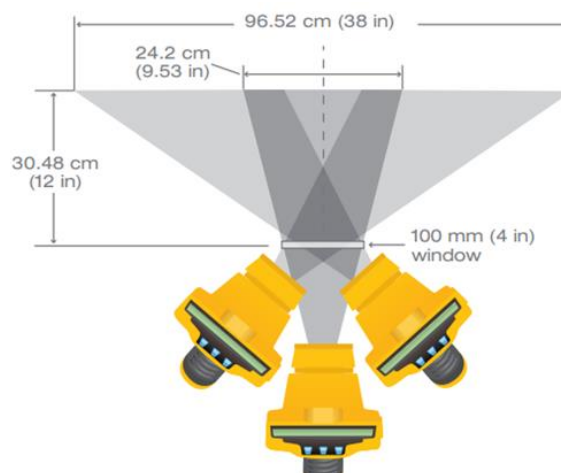


Gambar 5. Bagian Dalam Cable Compartment MV Switchgear

Perbandingan Tiga Jenis Ukuran *InfraRed Windows*

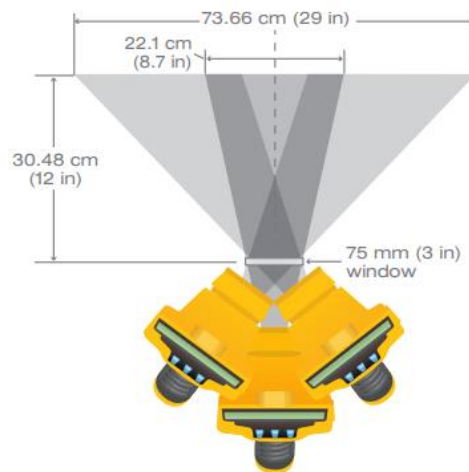
Berikut merupakan perbandingan *Field of view* (FOV) dari *InfraRed Windows* dengan jarak objek 30,48 cm (12 inch):

1. *InfraRed Windows* Size 100 mm
Field of view dari *infrared windows* :



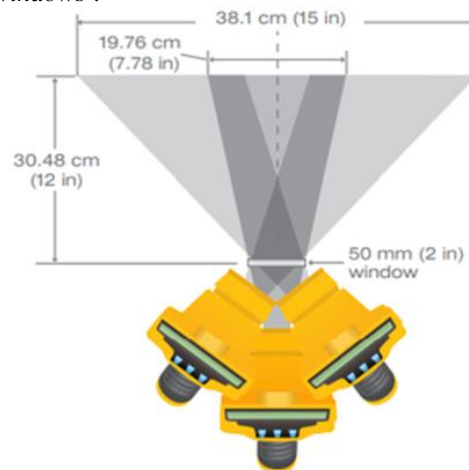
Gambar 6. Field of View Dari InfraRed Windows Size 100 mm

- 2. *InfraRed Windows Size 75 mm*
Field of view dari infrared windows :



Gambar 7. Field of View Dari InfraRed Windows Size 75 mm

- 3. *InfraRed Windows Size 50 mm*
Field of view dari infrared windows :



Gambar 8. Field of View Dari InfraRed Windows Size 50 mm

Untuk menentukan *field of view* dari *InfraRed Windows* dengan objek yang berjarak 60 cm dapat dilihat berdasarkan berikut :

Table 2. Penentuan Field of View Dari InfraRed Windows

IR window size	Distance to target			
	15.24 cm (6 in)	30.48 cm (12 in)	45.72 cm (18 in)	60.96 cm (24 in)
100 mm (4 inch)	53.34 cm (21 in)	96.52 cm (38 in)	139.7 cm (55 in)	182.88 cm (72 in)
75 mm (3 inch)	40.64 cm (16 in)	73.66 cm (29 in)	109.22 cm (43 in)	142.24 cm (56 in)
50 mm (2 inch)	20.32 cm (8 in)	38.1 cm (15 in)	53.34 cm (21 in)	68.58 cm (27 in)

Lokasi Pemasangan *InfraRed Windows*

Berdasarkan table 2. maka *InfraRed Windows* dengan size 100 mm adalah yang paling tepat dipasang pada cover *MV switchgear* karena memiliki *field of view* paling besar, dengan demikian bagian-bagian dalam *cabl compartment* dapat terlihat semua dan dilakukan inspeksi *Thermography*.

Lokasi pemasangan *InfraRed Windows* pada *MV Switchgear* dapat dilihat pada gambar .

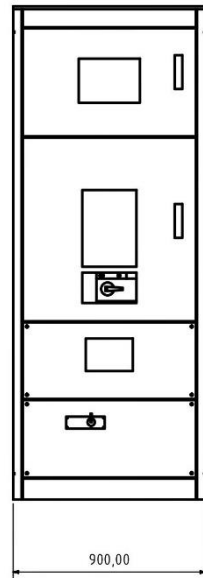


Figure A. Tampak Depan Dari MV Switchgear

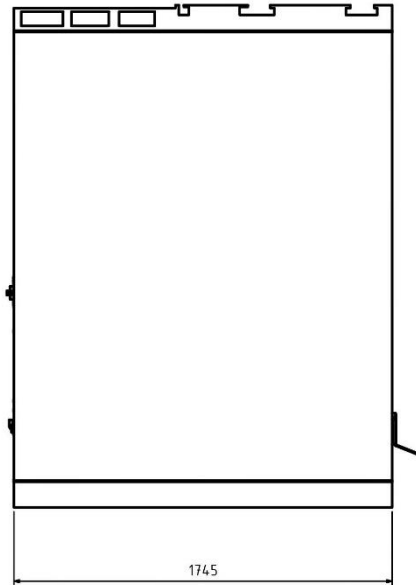


Figure C. Tampak Kiri MV Switthgear

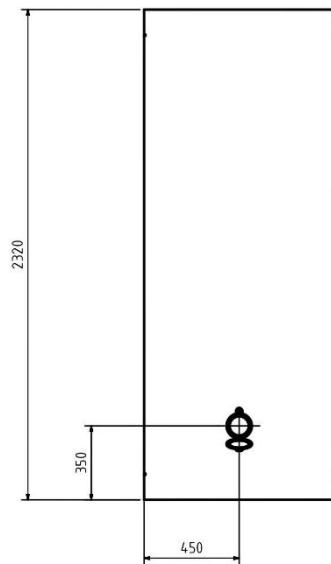


Figure B. Tampak Belakang MV Switchgear

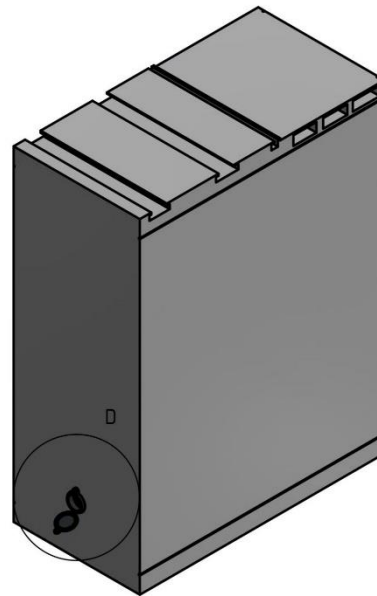


Figure D. Tampak Prespektif MV Switchgear

Gambar 9. Lokasi Pemasangan *InfraRed Windows* Pada *MV Switchgear*

KESIMPULAN

Hasil penelitian pada Tugas Akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemasangan *InfraRed Windows* sebagai media akses untuk melakukan inspeksi *thermography*.
2. *InfraRed Windows* menghapus risiko bahaya yang terkait dengan inspeksi *thermography*.
3. *InfraRed Windows* membuat *preventive maintenance* menjadi lebih complete karna terdapat fasilitas inspeksi *thermography*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada PT. Solusi Bangun Andalas Lhoknga Plant. Yang telah menyediakan fasilitas selama pengerjaan tugas akhir.

REFERENSI

1. Tiaglo, Rodholo, "Maintenance Management Manual Maintenance Management System", Holcim Group Support Ltd 2010, 2012
2. TO' AT NUR SALAM, "Infrared Thermography Non Destructive Testing Non Contact", Diklat DT Batan Jakarta, Juli 2004
3. Keranen, Kimmo. "Infrared Temperature Sensor System for Mobile Devices". Finland: ELSEVIER, 2009
4. Abdul Hafid, Ari Satmoko, "Pemeliharaan prediktif dengan jaringan listrik dengan thermography inframerah", Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir Puspitek Serpong, 2007
5. Satmoko, Ari, Analisis kualitatif teknik Thermography Inframerah dalam rangka pemeliharaan secara prediktif pada pompa, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir Puspitek Serpong, 2008
6. M Ozgun Korukcu, Muhsin Kilic, "Penggunaan IR Thermography untuk pengukuran suhu di dalam kabin mobil", Jurnal online, Department of Mechanical Engineering, Uludag University, 16059 Bursa, Turkey , 2009
7. Sri Sugiarti, Hani Rama Putri, "Pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik pada ponsel terhadap kesehatan manusia". Seminar mahasiswa Fisika 2008, FMIPA ITB, Bandung. 2008
8. I Wayan Widiana, Parwanto, Edi Slamet Riyanto, Rajiman, "perawatan prediktif jaringan listrik siklotron menggunakan thermography inframerah, Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) BATAN, 2018
9. Adhi Kusmanto, Sri Sukamta, Pemeriksaan Kondisi Peralatan Mekanikal dan Elektrikal Gedung Menggunakan Metode Infrared Thermography, Jurnal Teknik Elektro Vol. 5 No. 1 Januari - Juni 2013
10. H. Alief Maulana, dkk, Analisa Kondisi Generator Transformer Menggunakan Metode Thermography, The 3rd National Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) Proceedings,