

PEMBUATAN ALAT PENGUKUR SUHU DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR MLX90614 UNTUK MONITORING SUHU PADA PROSES *THERMAL SPRAY*

Andriyana Maulana

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurtanio Bandung

E-mail : andriyanamaulana3@gmail.com

Dr. Heni Puspita, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurtanio Bandung

Johanes Adi Prihantono, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurtanio Bandung

Abstrak

Dalam proses *thermal spray* banyak parameter yang harus diperhatikan, mulai dari persiapan sebelum *spray* sampai proses *spray* selesai, salah satunya adalah menjaga suhu pada proses *spray* berlangsung agar benda tidak mengalami suhu berlebih, sehingga tidak mempengaruhi struktur material dari benda dan juga terhadap material yang sudah menempel. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat monitoring suhu pada proses *thermal spray* menggunakan sensor suhu MLX90614 *contactless* (nirsentuh) dengan cara menempatkan sensor di belakang benda kerja agar suhu *spray* terkontrol dan arduino sebagai mikrokontrolernya. Untuk menandakan keadaan aktual benda, maka digunakan LED sebagai indikatornya. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, di mana pengujian alat monitoring suhu diambil datanya sebanyak 30 kali dalam satu kali percobaan serta menggunakan studi literatur mengenai komponen yang dipakai. Dari empat percobaan yang sudah dilakukan, hasil pengukuran suhu dengan jarak 0,1 cm error yang dihasilkan lebih kecil dari tiga jarak lainnya, yaitu sebesar 13,40%, dan error terbesar dihasilkan oleh jarak 5 cm, yaitu 50,72%. Tetapi setelah dilakukan koreksi data dengan rumus regresi polinomial dengan mensimulasikan pada microsoft excel, error terkecil menjadi 4,62% pada jarak 1 cm dan error terbesar menjadi 11,85% pada jarak 0,1 cm. Dan setelah diaplikasikan pada pengukuran aktualnya pada jarak 1 cm errornya menjadi 8,57%.

Kata kunci: Monitoring Suhu, Sensor MLX90614, Arduino, *Thermal Spray*, Regresi Polinomial.

Abstract

In the thermal spray process, there are many parameters that must be considered, starting from the preparation before spraying until the spray process is complete, one of which is maintaining the temperature during the spray process so that the object does not undergo over temperature, so as not to affect the material structure of the object and also the material that has been attached. The purpose of this research is to make a temperature monitoring device in the thermal spray process using the MLX90614 contactless temperature sensor by placing the sensor behind the workpiece so that the spray temperature is controlled and the Arduino as the microcontroller. To indicate the actual state of the object, the LED is used as an indicator. This research uses a quantitative method, where testing of temperature monitoring tools is taken as much as 30 times in one experiment and uses literature studies on the components used. Of the four experiments that have been carried out, the temperature measurement results with a distance of 0.1 cm the error produced is smaller than the other three distances, which is 13.40%, and the largest error is produced by a distance of 5 cm, which is 50.72%. But after making data corrections with the polynomial regression formula by simulating in Microsoft Excel, the smallest error becomes 4.62% at a distance of 1 cm and the largest error becomes 11.85% at a distance of 0.1 cm. And after being applied to the actual measurement at a distance of 1 cm, the error becomes 8.57%.

Keywords: Temperature Monitoring, MLX90614 Sensor, Arduino, *Thermal Spray*, Polynomial Regression.

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, terutama di industri penerbangan ada istilah pekerjaan yang disebut "*special process*". *Special process* adalah proses produksi atau penyerahan jasa, yang hasilnya tidak dapat diverifikasi oleh pemantauan atau pengujian non-destruktif, dengan konsekuensi bahwa kekurangan apa pun hanya dapat menjadi jelas ketika produk sudah digunakan atau jasa

telah diselesaikan, oleh karena itu *special process* harus dipastikan melalui pemeriksaan berkala. Verifikasi kesesuaian *special process* harus disesuaikan dengan spesifikasi teknis yang berlaku, berdasarkan bukti yang terdokumentasi. Jika pemeriksaan verifikasi yang dilakukan berhasil, maka hasil evaluasinya adalah konfirmasi bahwa proses tersebut memenuhi syarat dan oleh karena itu disetujui untuk digunakan. *Thermal*

spray adalah proses *coating* yang termasuk ke dalam *special process*, yaitu penambahan material pada benda dengan cara melelehkan material dan menembakkan lelehan material tersebut kepada benda yang akan ditambah permukaannya. Secara garis besar proses *thermal spray* terdiri dari beberapa tahap yaitu, *cleaning, masking, blasting* dan *spray*. Dalam proses *thermal spray* ada beberapa hal penting yang harus dilakukan diantaranya proses preparasi yang harus bersih dari segala kontaminasi, seperti debu, oli, dan sebagainya. Pada proses *spray* yang harus diperhatikan adalah menjaga suhu *part* dalam rentang tertentu, tergantung jenis material dasarnya. Contoh untuk bahan *steel*, suhu *preheat* nya (dipanaskan hanya dengan api) yaitu sekitar 95°C, setelah mencapai suhu tersebut mulailah proses *spray* dilakukan dan ketika proses *spray* dilakukan, suhu *part* jangan lebih dari 180°C. Menurut salah satu sumber, suhu substrat bisa berkisar dari 95°C hingga 205°C, untuk menangani masalah ini maka harus disesuaikan dengan manual *Original Engine Maintenance (OEM)* atau *work order* terkait untuk menentukan parameter tersebut. Apabila *part* mengalami *overheating*, maka hal tersebut akan mempengaruhi struktur material dari *part* tersebut, dan juga berpengaruh terhadap material yang sudah menempel, apakah materialnya meleleh atau material tersebut bisa menjadi *crack* atau *peel off*, sehingga proses *spray* pun harus diulang lagi dan memakan biaya yang lebih. Karena biasanya dalam proses pengaturan suhu dilakukan secara kira-kira, sehingga terkadang suhu bisa mencapai *overheating*, maka dari itu dibuat alat monitoring suhu pada proses *thermal spray* dengan menggunakan sensor suhu MLX90614 *contactless* (nirsentuh), dimana sensor suhu MLX90614 bisa mengukur suhu dari -70°C sampai dengan 380°C sehingga dapat digunakan pada pengoperasian *thermal spray* karena kemampuan sensor MLX90614 masuk pada rentang suhu *spray*. Untuk membuat alat monitoring suhu diperlukan beberapa komponen yaitu arduino uno, *keypad*, *Liquid Crystal Display (LCD)* dan *Light Emitting Diode (LED)*. LED akan digunakan sebagai indikator pemberitahuan kepada operator mengenai rentang suhu aktual pada benda dengan memberikan kedipan atau nyala LED yang berbeda-beda tergantung kondisi suhu benda. Ada 3 kondisi nyala LED; 1) kedipan lambat menandakan suhu yang terukur masih kurang atau masih dalam rentang proses *preheat*, 2) terus menyala menandakan suhu yang terukur dalam rentang proses *spray*, dan 3) kedipan cepat menandakan suhu yang terukur dalam keadaan *overheating*. Dari penjelasan diatas diharapkan suhu benda atau *part* bisa dijaga dengan baik atau terhindar dari kondisi *overheating* oleh bantuan alat monitoring suhu dengan menggunakan sensor MLX90614 dan mempermudah operator dalam mengontrol suhu benda.

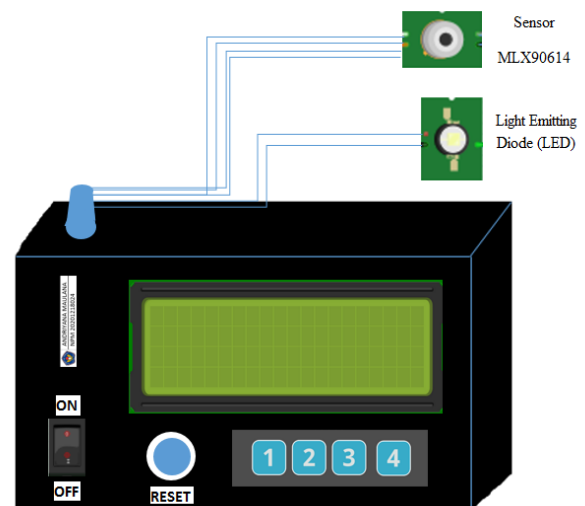
METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan metode studi literatur. Metode kuantitatif adalah jenis penelitian yang menggunakan angka-angka dalam

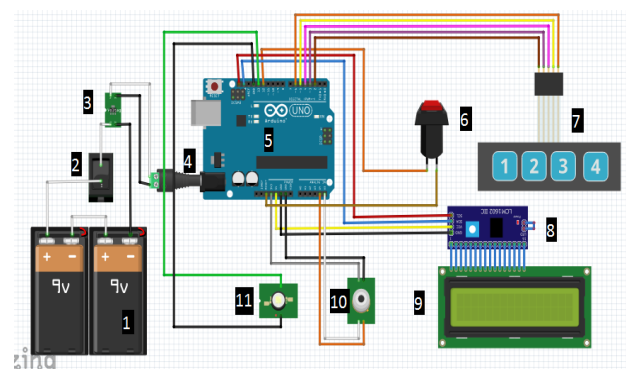
proses data untuk menghasilkan informasi yang terstruktur (Sinambela, 2020) dan karakteristik penelitian kuantitatif bertujuan untuk mendapatkan data yang menggambarkan karakteristik objek, peristiwa, atau situasi (Sekaran & Bougie, 2016). Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian (Zed, 2008).

Perancangan Alat Monitoring Suhu

Alat akan dibuat menggunakan box plastik dengan dimensi 14,5 cm x 9,5 cm x 5 cm (*pxlxt*). Komponen yang disusun dibagian luarnya adalah LCD 20x4, switch ON/ OFF, *push button reset*, *keypad*, konektor *male*, LED dan sensor MLX90614. Komponen yang berada di dalam box plastik adalah arduino uno, baterai 9 Volt beserta dudukannya dan modul I2C. Gambar 1 menunjukkan perancangan desain alat monitoring suhu dan Gambar 2 menunjukkan perancangan sistem alat monitoring suhu.



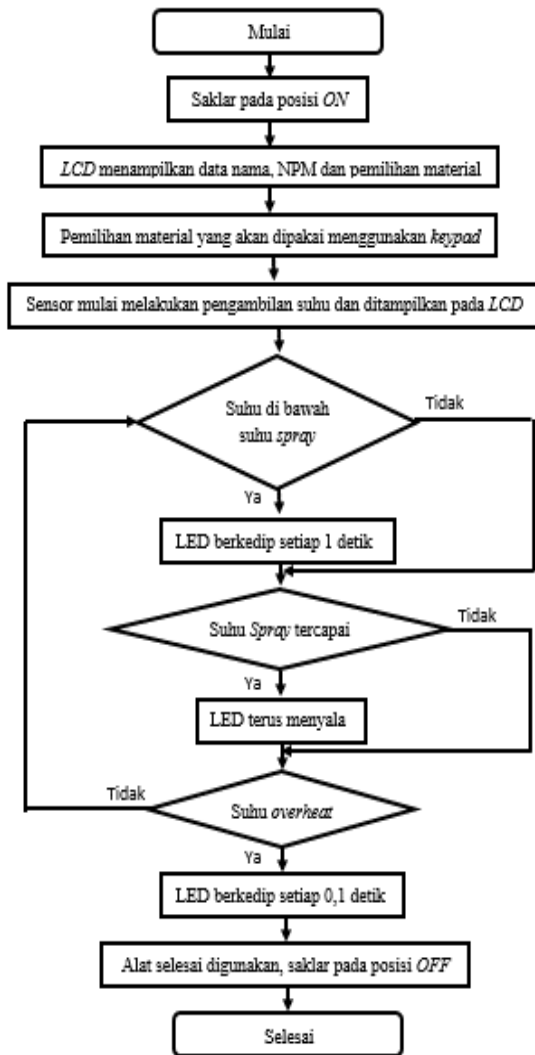
Gambar 1. Perancangan Desain Alat Monitoring Suhu



Gambar 2. Perancangan Sistem Alat Monitoring Suhu

Perancangan program arduino untuk alat monitoring suhu yang dibuat, diprogram dengan menggunakan *software* arduino yang dapat diunduh pada internet resminya, yaitu <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Pilihlah menu “Arduino Uno” dari

Tools > Board Menu (akan terlacak sesuai mikrokontroler pada board). Alat ini menggunakan program dengan struktur kondisi *switch-case*. Cara kerja alat monitoring suhu bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Cara Kerja Alat Monitoring Suhu

Pengujian dan pengolahan data alat monitoring suhu

Benda atau spesimen yang akan dipakai adalah bahan *steel* (AIS 321) dengan bentuk *panjang x lebar x tinggi* 2,5 inci x 0,75 inci x 0,045 inci. Jarak antara sensor terhadap benda yaitu: 0,4 cm, 1 cm, 5 cm dan 0,1 cm, jarak 0,4 cm dan 1 cm diambil dari hasil dua jurnal yang penulis ambil sedangkan jarak 0,1 dan 5 cm penulis ambil sebagai pembandingan. Target ketebalan lapisan *spray* yaitu minimal 0,006 inci, merujuk pada salah satu pengujian *coating* yaitu *tensile bond strength*. Yang menjadi fokus utama alat yaitu akurasi dan kestabilan alat ketika digunakan, maka penulis akan mengambil data 30 kali, dan menghitung *error* nya. Proses pengukuran akan dilakukan pada saat sebelum *spray*, proses *preheat* dan setelah operator melakukan proses *spray* satu atau beberapa kali

penyemprotan material ke benda. Dalam pengujian ini dilakukan beberapa perhitungan secara matematis, yaitu sebagai berikut:

- Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*)

$$Error = \alpha_f - \alpha_i \tag{1}$$

Keterangan:
Error : Nilai kesalahan
 α_f : Nilai sebenarnya pada alat ukur
 α_i : Nilai yang terukur pada alat monitoring

- Perhitungan Persentase Kesalahan (*Error*)

$$Percentage\ Error = \left| \frac{Error}{\alpha_f} \right| \times 100\% \tag{2}$$

Keterangan:
Percentage Error : Nilai persentase kesalahan
Error : Nilai kesalahan
 α_f : Nilai yang terukur pada alat ukur

- Perhitungan Rata-Rata Nilai Kesalahan (*Error*)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \tag{3}$$

Keterangan:
 \bar{x} : Rata-rata
 x_1, x_2, x_n : nilai dari data ke-1, ke-2 dan ke-n
 N : jumlah data n



(a)



(b)



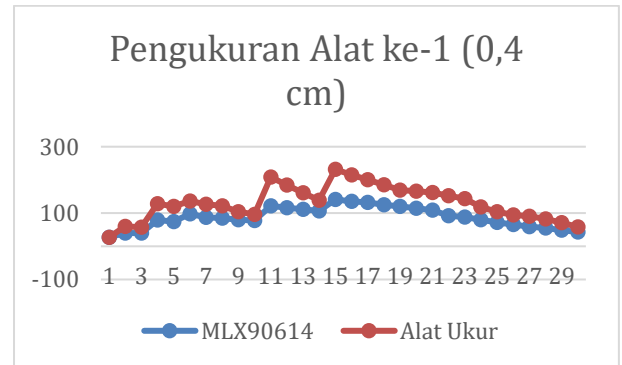
(c)



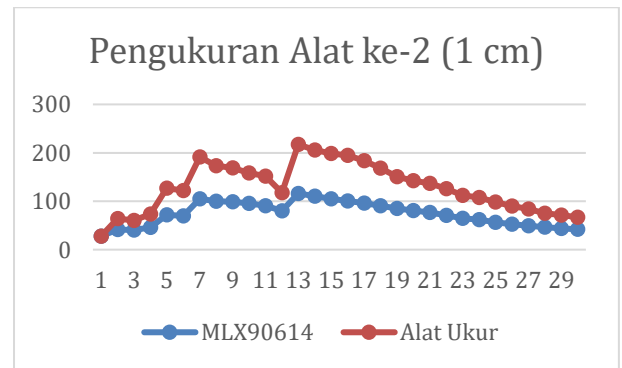
(d)

Gambar 4. Proses Pengujian Alat; (a) Peletakan Alat Ukur dan Spesimen (b) Pengukuran Jarak Sensor Terhadap Benda (c) Proses *Spray* (d) Proses Pengukuran Suhu

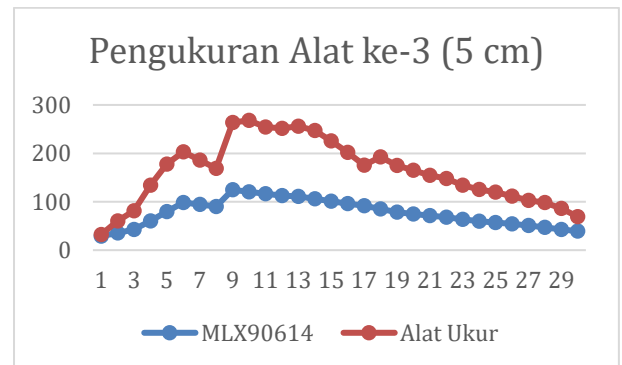
HASIL PENELITIAN



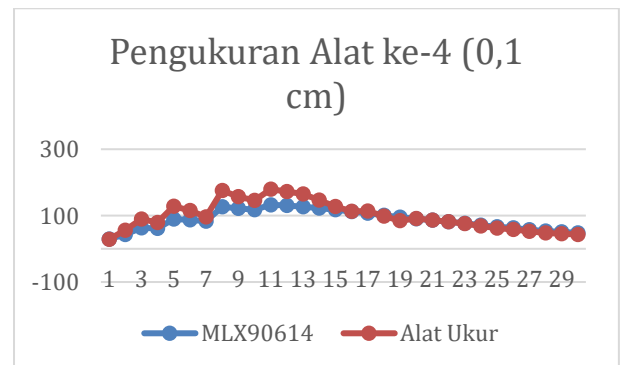
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 5 (a) Grafik Pengukuran Alat ke-1 (b) Grafik Pengukuran Alat ke-2 (c) Grafik Pengukuran Alat ke-3 (d) Grafik Pengukuran Alat ke-4

Cara Mengoreksi Nilai Dari Alat Monitoring Dengan Regresi Polinomial

Hasil yang diinginkan dari pembacaan alat monitoring suhu adalah mendekati dengan hasil pembacaan alat ukur. Cara untuk membuat nilai dari pengukuran alat monitoring agar mendekati hasil pengukuran alat ukur, dapat dilakukan perhitungan dengan regresi polinomial. Regresi polinomial adalah teknik statistik untuk menyesuaikan persamaan non-linier.

Persamaan kurva polinomial kuadrat adalah:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (4)$$

Keterangan:

y : Persamaan kurva polinomial

x, x² : Derajat polinomialnya

a₀, a₁, a₂ : Konstanta

Untuk mencari nilai konstanta pada persamaan 4, maka bisa dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \end{bmatrix} \quad (5)$$

Keterangan:

N : Jumlah data

a₀, a₁, a₂ : Konstanta

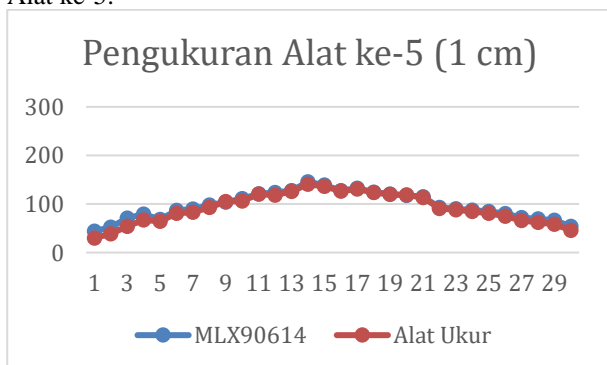
x_i : Data yang diperoleh dari Pengukuran alat monitoring

y_i : Data yang diperoleh dari alat ukur

Tabel 1 Hasil Pengujian 1 sampai 4 Alat Monitoring Suhu

Pengujian	Ketebalan Lapisan	Rata-Rata Error	Koreksi Error Setelah Dimasukkan Rumus (Excel)
1	0,061	31,27%	7,16 %
2	0,018	40,51%	4,62 %
3	0,008	50,72%	5,43 %
4	0,0105	13,40%	11,85 %

Seperti yang diketahui pada Tabel 1 bahwa persentase *error* terkecil didapat pada koreksi data pengukuran ke-2 (jarak 1 cm) dengan rumus regresi polinomialnya adalah $y = -16,668 + 1,9251x + 0,0006x^2$, maka rumus tersebut akan digunakan pada program arduino. Berikut adalah hasil dari pengukuran Alat ke-5:



Gambar 6 Grafik Pengukuran Alat ke-5

Tabel 2 Hasil Pengujian ke 5 Alat Monitoring Suhu

Pengujian	Ketebalan Lapisan	Rata-Rata Error
5	0,012	8,57 %

KESIMPULAN

Perancangan alat monitoring suhu menggunakan sensor MLX90614 berbasis arduino telah sesuai dengan yang direncanakan dan program *switch-case* yang dipakai berjalan dengan baik, peletakan sensor berada di belakang benda yang akan di *spray*, yakni dengan jarak 0,4 cm, 1 cm, 5 cm, dan 0,1 cm. Pengukuran ke-5 menghasilkan persentase *error* terkecil yaitu 8,57%, akan tetapi alat belum berfungsi secara optimal, dikarenakan pengambilan suhu oleh sensor terpengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, seperti adanya vakum dari *spraybooth*, sehingga suhu yang harusnya terambil oleh alat monitoring suhu secara maksimal, sebagian tersedot oleh vakum *spraybooth*. Hal lain yang mempengaruhi pembacaan suhu juga adalah kondisi lingkungan *spray*, apakah lembab atau panas juga mempengaruhi hasil pembacaan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Urbach, Tandini U., Wildian. (2019), "Rancang bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614", Jurnal Fisika Unand Vol.8.
- Inayah, Inayatul. (2021), "Analisis Akurasi Sistem Sensor IR MLX90614 dan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino terhadap Termometer Standar", Jurnal Fisika Unand (JFU).
- Sudianto, A., Jamaludin, Z., Abdul Rahman, A. A., Novianto, S., Muharrom, F. (2020), "Smart Temperature Measurement System for Milling Process Application Based on MLX90614 Infrared Thermometer Sensor with Arduino", Journal of Advanced Research in Applied Mechanics 72
- Goh, Nicholas W., Poh, Jun-Jie, Yi Yeo, J., Jun-Jie Aw, B., Cheng Lai, S., Jian Wei Cheng, J., Yuan Ling Tan, C., Ken-En Gan, S. (2021), "Design and Development of a Low Cost, Non-Contact Infrared Thermometer with Range Compensation", MDPI, Singapore.
- Roza, L., Nur Iman, H., Nusabrina, F., Nailufar, A., El Hidayah, G., Sofyan, A. (2023), "Mengukur Suhu Ruang dan Objek Dengan Menggunakan Suhu Inframerah MLX90614 Berbasis Arduino", BRIN, Universitas Muhammadiyah dan Universitas Mandiri.
- Wicaksono, M. F. (2019), "APLIKASI ARDUINO dan SENSOR", Informatika, Bandung.
- Davis, Joseph R. (2004), "Handbook of thermal spray technology", Thermal Spray Society Training Committee, Ohio USA.
- Triatmodjo, Bambang. (2002), "METODE NUMERIK", Beta Offset, Yogyakarta