



INFOMATEK

Volume 11 Nomor 3 September 2009

JURNAL **INFO**RMATIKA, **MA**NAJEMEN DAN **TEK**NOLOGI

PERANAN PETA KEBENCANAAN GEOLOGI GUNA Mendukung
PERENCANAAN TATA RUANG

Yugo Kumoro Comaluddin

KAJIAN LAJU PENURUNAN KADAR VITAMIN C BEBERAPA VARIETAS
APEL (*Mallus sylvestris sp*) PADA SUHU PENYIMPANAN YANG BERBEDA

Yusman Taufik

ASPEK KUANTITATIF DAN KUALITATIF PADA METODOLOGI ANALISIS
RESIKO TEKNOLOGI INFORMASI

Aan Albone

ANALISIS PENGARUH FAKTOR PEMINDAHAN MATERIAL TERHADAP
KESEHATAN & KESELAMATAN KERJA SERTA PRODUKTIVITAS KERJA

Rizki Wahyuniardi

TERMOMETER DIGITAL DENGAN SENSOR TERMOKOPEL K

Rachmad Hartono

PENGARUH ALIRAN AIR TERHADAP STRUKTUR DAN KOMPOSISI
MINERAL ASBESTOS CEMENT PIPE

Lili Mulyatna, Pian Sopian, Astri

Jurnal INFOMATEK	Vol. 11	No. 3	Hal. 145 - 220	Bandung September 2009	ISSN 1411-0865
---------------------	---------	-------	----------------	---------------------------	-------------------



TERMOMETER DIGITAL DENGAN SENSOR TERMOKOPEL K

Rachmad Hartono^{*)}

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik - Universitas Pasundan Bandung

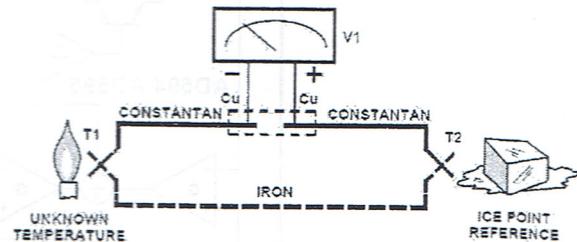
Abstrak : Temperatur zat merupakan salah satu besaran penting dalam termodinamika. Temperatur zat dapat diketahui dengan menggunakan termometer. Termometer yang sering digunakan adalah termometer gelas air raksa. Dengan menggunakan termometer ini temperatur suatu zat dapat diketahui secara langsung. Pada umumnya jangkauan pengukuran termometer gelas air raksa antara 0 °C sampai dengan 200 °C. Semakin lebar jangkauan pengukuran termometer gelas air raksa, semakin panjang dimensi termometer gelas air raksa. Dengan menggunakan termometer yang panjang, pengukuran temperatur menjadi tidak praktis lagi. Untuk mengatasi hal ini, pengukuran temperatur dapat dilakukan dengan menggunakan termometer digital dengan sensor berupa termokopel tipe K. Dengan menggunakan sensor tersebut, secara teoritis, pengukuran temperatur dapat dilakukan sampai temperatur 1250 °C.

Kata kunci : temperatur, termometer, digital

I. PENDAHULUAN

Jumlah elektron bebas pada suatu keping logam tergantung pada temperatur dan jenis logam yang bersangkutan. Dua buah pasangan logam yang ujung-ujungnya disatukan dan setiap ujungnya berada pada temperatur yang berbeda, pada salah satu sambungannya akan menunjukkan adanya beda potensial. Beda potensial antara kedua pasangan logam tersebut tergantung pada selisih temperatur antara ujung-ujung sambungan, Doebolin [1]. Beda potensial antara kedua pasangan logam akibat beda temperatur antara kedua ujung

sambungan logam diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1

Beda potensial antara kedua pasangan logam akibat beda temperatur pada kedua ujung sambungan

^{*)} Email : rachmad_hartono@yahoo.com

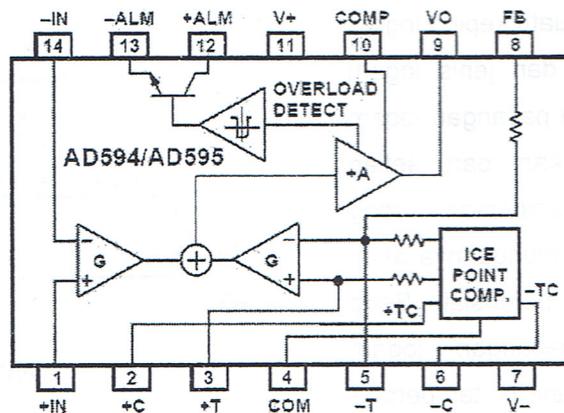
Bila salah satu temperatur pada ujung sambungan dijaga konstan, maka beda potensial antara kedua ujung sambungan logam akan sebanding dengan temperatur ujung sambungan yang lain. Cara paling mudah menjaga temperatur ujung sambungan berada pada harga yang konstan adalah dengan menempelkan ujung sambungan tersebut pada sesuatu yang sedang berubah fasa. Pada umumnya temperatur yang dijadikan temperatur referensi adalah temperatur es yang sedang mencair pada tekanan 1 atmosfer. Pada tingkat keadaan ini es yang mencair akan mempunyai temperatur 0°C.

Sambungan logam seperti yang telah diuraikan di atas disebut dengan termokopel. Sifat termokopel seperti yang telah diuraikan, dapat dimanfaatkan untuk mengetahui temperatur

suatu zat. Agar temperatur suatu zat yang terukur oleh termokopel dapat ditampilkan menjadi suatu besaran yang berarti, diperlukan beberapa komponen-komponen tertentu yang secara keseluruhan membentuk suatu alat ukur temperatur digital. Komponen-komponen tersebut adalah IC AD595, mikrokontroller, dan LCD.

II. IC AD595

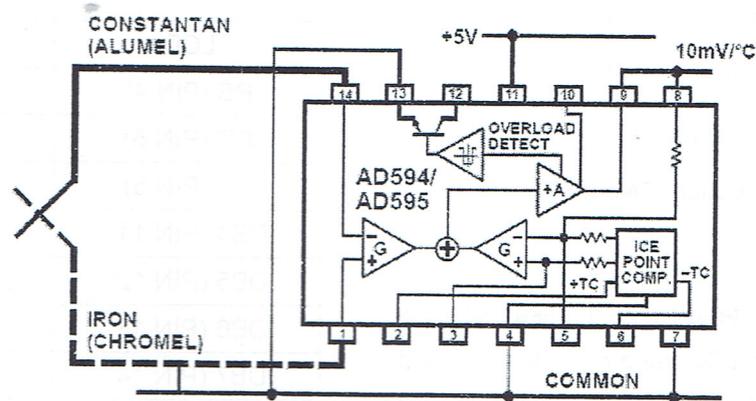
IC AD595 adalah salah satu IC yang dapat digunakan sebagai penguat sinyal yang berasal dari termokopel. Pada IC ini juga terdapat *cold junction compensator*. Termokopel tipe K dapat langsung dihubungkan dengan IC AD595 dan IC AD595 akan menghasilkan output tegangan 10 mV/°C, Hasibuan [2]. Diagram blok fungsional IC AD595 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2
 Diagram blok fungsional IC AD595

Rangkaian dasar IC AD595 yang digunakan untuk mengukur temperatur dengan menggunakan sensor termokopel tipe K dapat dilihat pada Gambar 3. Dengan menggunakan rangkaian tersebut, output yang dapat dihasilkan oleh IC AD595 berkisar antara 0 Volt sampai dengan 3 Volt. Atau dengan kata lain,

sistem tersebut dapat mengukur temperatur dengan jangkauan pengukuran 0°C sampai dengan 300°C . Bila catu daya pada kaki 11 (V+) diberi tegangan 15 Volt, maka sistem tersebut dapat mengukur temperatur dengan jangkauan pengukuran 0°C sampai dengan 1250°C , [2].



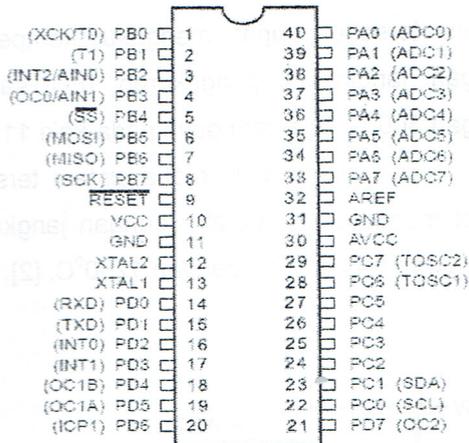
Gambar 3

Rangkaian dasar IC AD595

III. MIKROKONTROLLER ATmega8535

Output IC AD595 sebenarnya bisa secara langsung diukur dengan menggunakan Voltmeter. Tegangan yang terukur (dalam mV) dibagi 10 merupakan temperatur yang terukur pada ujung termokopel. Untuk kepentingan praktis, output IC AD595 diolah terlebih dahulu dengan menggunakan *Analog to Digital Converter (ADC)*. Sinyal analog yang berasal dari IC AD595 oleh ADC diubah menjadi sinyal digital [2].

Untuk keperluan pengolahan sinyal analog menjadi sinyal digital, digunakan mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler ini mempunyai 8 jalur ADC dengan resolusi 10 bit. Jalur-jalur ADC tersebut terdapat pada PORTA.0 sampai dengan PORTA.7 (kaki 33 s.d kaki 40). Bentuk mikrokontroler ATmega8535 dan penamaan kaki-kakinya dapat dilihat pada Gambar 4 [2].



Gambar 4

Mikrokontroler ATmega8535

IV. LCD

LCD pada termometer digital digunakan sebagai penunjuk alat ukur. LCD yang digunakan adalah LCD tipe LMB162A. Agar LCD ini dapat digunakan sebagai tampilan hasil pengukuran,

kaki-kaki LCD harus dihubungkan dengan sumber catu daya dan kaki-kaki mikrokontroler. Hubungan antara kaki-kaki LCD dengan kaki-kaki mikrokontroler dapat dilihat pada Tabel 1. LCD tipe LMB162A dapat dilihat pada Gambar 5, [3].

Tabel 1

Hubungan antara LCD dan ATmega8535

LCD	ATmega8535
RS (PIN 4)	PX.0
RD (PIN 5)	PX.1
EN (PIN 6)	PX.2
DB4 (PIN 11)	PX.4
DB5 (PIN 12)	PX.5
DB6 (PIN 13)	PX.6
DB7 (PIN 14)	PX.7



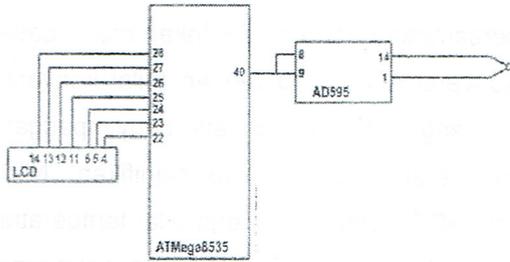
Gambar 5

LCD tipe LMB162A

V. SKEMATIK RANGKAIAN

Skematik rangkaian alat ukur temperatur digital dapat dilihat pada Gambar 6. Output IC AD595 dihubungkan dengan kaki ADC0 ATmega8535.

Hasil konversi data analog menjadi data digital ditampilkan ke LCD melalui PORTC Atmega8535, Williams [4].



Gambar 6

Skematik rangkaian alat ukur temperatur digital

VI. PENGUJIAN ALAT UKUR TEMPERATUR DIGITAL

Pengujian alat ukur temperatur digital dilakukan dengan cara mengukur temperatur oli yang dipanaskan dengan menggunakan alat ukur temperatur digital dan dengan menggunakan

alat ukur temperatur yang lain. Hasil pengukuran temperatur oli dengan menggunakan alat ukur temperatur yang lain dan hasil nilai konversi ADC pada alat ukur digital dicatat. Pada temperatur kurang dari 150 °C pengukuran temperatur oli dilakukan dengan menggunakan termometer gelas air raksa. Pada temperatur lebih dari 150 °C pengukuran temperatur oli dilakukan dengan menggunakan *infra red* termometer. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Grafik antara nilai konversi ADC dan temperatur pengukuran dapat dilihat pada Gambar 7, [2].

Tabel 2

Data pengujian alat ukur temperatur digital

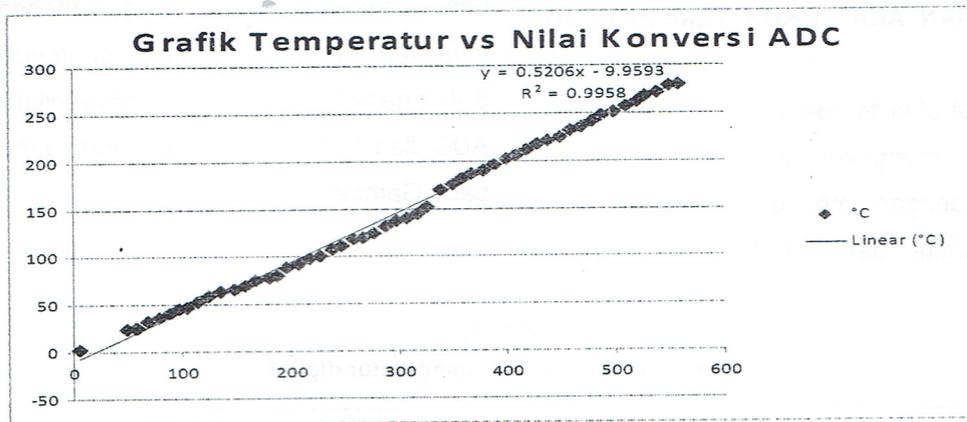
Nilai Konversi ADC	Temperatur °C	Nilai Konversi ADC	Temperatur °C	Nilai Konversi ADC	Temperatur °C
6	2	207	92	388	196
49	24	218	98	400	202
58	25	227	101	408	206
59	25	238	108	418	212
69	32	247	111	428	217
79	36	258	118	438	221
89	41	267	120	449	225
98	45	276	125	459	232
104	47	288	131	468	235
114	53	298	138	479	241
124	59	308	140	487	247
136	63	317	145	498	251
148	66	326	152	509	257
158	70	339	170	519	262
168	76	350	176	527	268
180	78	358	182	538	271
188	80	367	186	549	278
196	88	379	190	558	280

VII. ANALISA DATA

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa antara temperatur dengan nilai konversi ADC berkorelasi linier. Persamaan yang mengkorelasikan antara nilai konversi ADC dengan temperatur adalah :

$$y = 0.5206 x - 9.9593 \dots\dots\dots (1)$$

Jika persamaan tersebut diterapkan maka pada nilai konversi ADC yang rendah (nilai konversi ADC kurang dari 148) terjadi penyimpangan nilai temperatur yang cukup signifikan. Nilai konversi ADC, temperatur, dan nilai temperatur dari perhitungan dengan menggunakan persamaan 1 dapat dilihat pada Tabel 3.



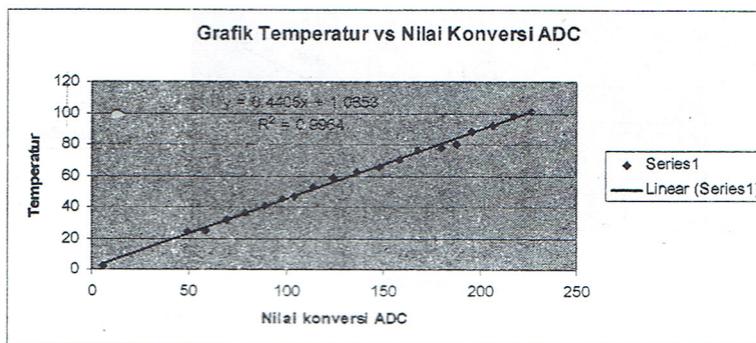
Gambar 7
Grafik pengujian alat ukur temperatur digital

Tabel 3
Nilai konversi ADC, temperatur terukur, dan temperatur hasil perhitungan

Nilai konversi ADC	Temperatur °C	Temperatur hasil perhitungan °C
6	2	-7
49	24	16
58	25	20
59	25	21
69	32	26
79	36	31
89	41	36
98	45	41
104	47	44
114	53	49
124	59	55
136	63	61
148	66	67

Untuk mengatasi kesalahan yang cukup signifikan pada perhitungan nilai temperatur jika digunakan persamaan 1, perlu dicari korelasi yang baru antara nilai konversi ADC dengan temperatur. Korelasi yang baru dicari untuk nilai

konversi ADC dari 2 sampai dengan 227. Grafik korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi 2 sampai dengan 227 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8

Grafik korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi ADC 2 sampai dengan 227

Persamaan yang mengkorelasikan antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi ADC 2 sampai dengan 227 adalah :

$$y = 0.4405 x + 1.0853 \dots\dots\dots (2)$$

Nilai konversi ADC, temperatur, dan nilai temperatur dari perhitungan dengan

menggunakan persamaan 2 dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa selisih maksimum antara temperatur terukur dengan temperatur hasil perhitungan adalah 4 °C (terjadi pada nilai konversi ADC 188).

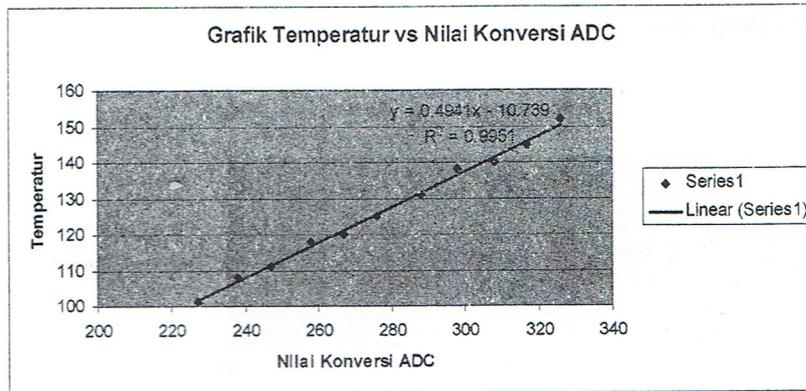
Tabel 4

Nilai konversi ADC, temperatur terukur, dan temperatur hasil perhitungan

Nilai konversi ADC	Temperatur °C	Temperatur hasil perhitungan °C	Nilai konversi ADC	Temperatur °C	Temperatur hasil perhitungan °C
6	2	4	124	59	56
49	24	23	136	63	61
58	25	27	148	66	66
59	25	27	158	70	71
69	32	31	168	76	75
79	36	36	180	78	80
89	41	40	188	80	84
98	45	44	196	88	87
104	47	47	207	92	92
114	53	51	218	98	97

Korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur yang berikutnya diamati untuk nilai konversi ADC 227 sampai dengan 326. Grafik

korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi 227 sampai dengan 326 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9

Grafik korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi ADC 227 sampai dengan 326

Persamaan yang mengkorelasikan antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi ADC 227 sampai dengan 326 adalah :

$$y = 0.4941 x - 10.739 \dots\dots\dots (3)$$

Nilai konversi ADC, temperatur, dan nilai temperatur dari perhitungan dengan

menggunakan persamaan 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa selisih maksimum antara temperatur terukur dengan temperatur hasil perhitungan adalah 2 °C (terjadi pada nilai konversi ADC 326).

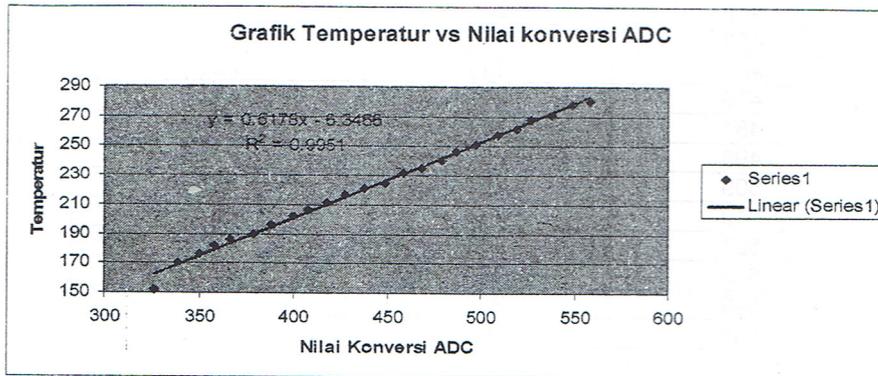
Tabel 5

Nilai konversi ADC, temperatur terukur, dan temperatur hasil perhitungan

Nilai konversi ADC	Temperatur °C	Temperatur hasil perhitungan °C
227	101	101
238	108	107
247	111	111
258	118	117
267	120	121
276	125	126
288	131	132
298	138	137
308	140	141
317	145	146
326	152	150

Korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur yang berikutnya diamati untuk nilai konversi ADC 326 sampai dengan 558. Grafik

korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi 326 sampai dengan 558 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10

Grafik korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi ADC 326 sampai dengan 558

Persamaan yang mengkorelasikan antara nilai konversi ADC dengan temperatur untuk nilai konversi ADC 326 sampai dengan 558 adalah :

$$y = 0.5178 x - 6.3466 \dots\dots\dots (4)$$

Nilai konversi ADC, temperatur, dan nilai temperatur dari perhitungan dengan

menggunakan persamaan 4 dapat dilihat pada Tabel 6.

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa selisih maksimum antara temperatur terukur dengan temperatur hasil perhitungan adalah 10 °C (terjadi pada nilai konversi ADC 326).

Tabel 6

Nilai konversi ADC, temperatur terukur, dan temperatur hasil perhitungan

Nilai konversi ADC	Temperatur °C	Temperatur hasil perhitungan °C
326	152	162
339	170	169
350	176	175
358	182	179
367	186	184
379	190	190
388	196	195
400	202	201
408	206	205
418	212	210
428	217	215

Tabel 6
Nilai konversi ADC, temperatur terukur, dan temperatur hasil perhitungan

Nilai konversi ADC	Temperatur °C	Temperatur hasil perhitungan °C
438	221	220
449	225	226
459	232	231
468	235	236
479	241	242
487	247	246
498	251	252
509	257	257
519	262	262
527	268	267
538	271	272
549	278	278
558	280	283

Temperatur hasil perhitungan pada nilai konversi ADC 326 menunjukkan nilai yang berbeda bila perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan (3) dan persamaan (4). Bila digunakan persamaan (3) temperatur hasil perhitungan adalah 150 °C. Bila digunakan persamaan (4) temperatur hasil perhitungan adalah 162 °C. Karena perbedaan hasil perhitungan cukup signifikan, pada selang nilai konversi ADC 326 dan 339 perlu dicari korelasi yang baru.

Berdasarkan persamaan (3) pada nilai konversi ADC 326 temperatur hasil perhitungan adalah 150 °C. Berdasarkan persamaan (4) pada nilai konversi ADC 339 temperatur hasil perhitungan adalah 169 °C. Berdasarkan kedua data tersebut korelasi antara nilai konversi ADC dengan temperatur pada selang nilai konversi ADC 326 sampai dengan 339 adalah :

$$y = 0.5178 x - 6.3466 \dots\dots\dots (5)$$

VIII. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada paragraf-paragraf sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa alat ukur temperatur digital dengan komponen-komponen penyusun seperti yang telah dijelaskan, sangat memungkinkan digunakan untuk mengukur temperatur dengan jangkauan pengukuran 2 °C sampai dengan 280 °C. Agar temperatur yang ditampilkan oleh termometer digital sesuai dengan temperatur yang "sebenarnya", pengubahan nilai konversi ADC menjadi temperatur dilakukan dengan menggunakan beberapa persamaan yang telah diuraikan sebelumnya. Bila nilai konversi ADC berharga 2 sampai dengan 227 maka digunakan persamaan (2). Bila nilai konversi ADC berharga 227 sampai dengan 326 maka digunakan persamaan (3). Bila nilai konversi ADC berharga 326 sampai dengan 339 maka digunakan persamaan (5). Bila nilai konversi ADC berharga

339 sampai dengan 558 maka digunakan persamaan (1).

IX. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Doebelin, Ernest O., (1990), *Measurement And Design*, Fourth Edition, McGraw-Hill Publishing Company.
- [2] Hasibuan, Suparman, (2009), *Termometer Digital dengan Sensor Termokopel Tipe K*,

Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin FT UNPAS.

- [3] Prawira, Rifky T., (2007), *Pembuatan Prototype Pengukur Kerataan Permukaan Jalan Menggunakan LED-LDR*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin FT UNPAS.
- [4] Williams, Arthur B., (1984), *Designer's Handbook of Integrated Circuits*, McGraw-Hill.