

RANCANG BANGUN SISTEM PENAMPIL CACAH MONITOR DEBU KONTINYU CEROBONG INDUSTRI BERBASIS MIKROKONTROLER

NUGROHO TRI SANYOTO, SUBARI SANTOSO, YOPPI KURNIANTO
*Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008 DIY 55010
Telp. 0274.489716, Faks.489715*

Abstrak

SIMULASI SISTEM PENAMPIL CACAH MONITOR DEBU KONTINYU CEROBONG INDUSTRI BERBASIS MIKROKONTROLER. Telah dilakukan rancang bangun sistem penampil cacah monitor debu kontinyu cerobong industri berbasis mikrokontroler. Tujuan rancang bangun ini untuk menampilkan cacahan dari cuplikan dan selanjutnya digunakan untuk identifikasi unsur atau partikel debu cerobong industri. Hasil cacahan ditampilkan dengan seven segment. Perangkat keras dirancang menggunakan sistem minimum AT89S52 dengan dilengkapi tombol keypad matrik untuk pengatur waktu. Pembuatan program pada mikrokontroler menggunakan Bascom-8051 dan program yang telah dibuat kemudian diintegrasikan ke mikrokontroler menggunakan downloader ISP program. Alat ini mempunyai pengatur masukan waktu maksimum dari 1 detik hingga 99 jam. Hasil pengujian menunjukkan linieritas dan diperoleh koefisien korelasi sebesar 1 terhadap perubahan frekuensi dan terhadap perubahan waktu dengan menggunakan Function Generator, alat ini mempunyai rata-rata penyimpangan relatif 3,09 %. Sehingga dapat dilihat dari hasil perhitungan bahwa alat bekerja dengan baik

Kata kunci : Monitor debu, mikrokontroler

Abstract

CONTINUED DUST MONITOR COUNTING DISPLAY SYSTEM OF SMOKESTACK OF INDUSTRY BASED ON MICROCONTROLLER SIMULATION . It has been carried out using microcontroller a display counting system which is used to show a number of dust counted in the smokestack of industry. This system is used display count sample dust for element identification industry stack. And by employing seven segment, the result of counted value is displayed. It was used AT89S52 which was being completed with keypad matrix for time controlling in designing the hardware. And to make the system able to count the dust which is coming from the smokestack, it is necessary to build and to put the software into the system using Bascom 8051 and downloader ISP program. It can be shown that the system has the variable of input time in the range of 1 second until 99 hours. As a result of testing shown that the system has linearities and the coefficient of correlation around 1 in the respect of frequencies varying and time varying has been obtained by applying function generator. After the system was being tested, it was known that the system has the average of relative anomaly around 3,09%. Hence, it can be said that the system work properly.

Keywords : dust monitor, Microcontroller

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia yang tumbuh dengan pesat selain berdampak positif bagi pendapatan negara dan kesejahteraan masyarakat, juga berdampak negatif karena

pontensinya untuk mencemari lingkungan misalnya asap dari industri yang mencemari udara. Pencemaran udara oleh partikel-partikel padat halus dalam debu, asap, dan mist dapat menurunkan kualitas lingkungan, yang kemudian dapat menurunkan kualitas hidup masyarakatnya. Kualitas udara menjadi kajian

para pakar lingkungan semenjak kasus kabut London tahun 1952, dimana partikel debu yang berdiameter 2 μm dengan konsentrasi sebesar 1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mengakibatkan kematian 4000 orang dalam waktu 4-5 hari. Polusi udara dari industri adalah salah satu penyebab infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) seperti bronkitis akut, emfisema paru, asma bronkiolae dan bahkan kanker paru-paru. Menurut laporan Ditjen PPMYPLP, Departemen Kesehatan, episode ISPA pada anak balita di sekitar daerah industri 30% lebih tinggi dibandingkan daerah non industri. Selain itu, diperkirakan 150.000 balita/tahun meninggal karena ISPA, Oleh karena itu pengawasan yang ketat terhadap polusi debu perlu dilakukan, khususnya pada setiap cerobong industri yang berpotensi melepaskan partikel debu ke lingkungan^[1,3]. Proses pemakaian batubara pada proses pembakaran dalam kegiatan industri sangat banyak. Batubara terutama digunakan sebagai bahan bakar pada Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memasok kebutuhan energi listrik bagi industri tersebut. Pada pembakaran dan pemecahan (peristiwa *cracking*) batubara, selain dihasilkan gas buangan (CO , NO_x , dan SO_x), juga banyak dihasilkan partikel-partikel yang terdispersi ke udara sebagai bahan pencemar. Partikel-partikel yang terdispersi ke udara sebagai bahan pencemar. Penelitian lebih jauh mengenai dampak pemakaian bahan bakar batubara ternyata sangat menarik, karena selain mengeluarkan partikel-partikel tersebut di atas yang tidak radioaktif, ternyata pada pemakaian bahan bakar batubara juga dilepaskan partikel-partikel radioaktif karena batubara sebagai bahan bakar fosil juga mengandung unsur-unsur radioaktif alam apabila dibakar maka unsur-unsur radioaktif tersebut akan ikut keluar bersama-sama dengan komponen hasil pembakaran lainnya^[4]. Monitor Debu Kontinyu

Monitor debu kontinyu digunakan untuk memantau kualitas udara di cerobong industri secara kontinyu dan terkoordinasi dengan penguasa kawasan industri setempat. Kendala yang berupa tidak stabilnya hasil pengukuran, pembersihan (*maintenance*) yang sulit karena letak monitor di atas cerobong, dan mahal harganya, alat akan di atasi dengan pengembangan dan pembuatan sistem monitor partikel debu PM_{10} dengan metode pemisahan partikel resolusi tinggi menggunakan impaktor virtual yang dipadukan dengan sistem penentu

konsentrasi menggunakan prinsip serapan radiasi beta. Monitor beta dibuat dengan detektor sintilasi plastik dan mampu beroperasi secara kontinyu^[3].

DETEKTOR PIPS

PIPS Detector merupakan detektor yang sangat peka terhadap radiasi alpha maupun beta yang mampu beroperasi hingga 50°C dan memiliki noise yang sangat kecil. Sangat peka jika digunakan mendeteksi sumber radiasi pada Monitor Debu Kontinyu. Detektor PIPS dirancang dengan ketentuan sebagai berikut^[6]:

- Corrosion resistant atau Tahan karat
- Menggunakan tegangan rendah
- Dapat membedakan energi alpha dan beta
- Kebocoran arus yang rendah
- Kepekaan terhadap energi beta hingga ketebalan 300 mm
- Suhu operasional hingga 50 °C
- Bisa ditempatkan pada tempat yang bersuhu hingga 100 °C

MIKROKONTROLER

Mikrokontroler bila diartikan secara harfiah, berarti pengendali yang berukuran mikro. Dalam penggunaannya mikrokontroler biasanya ditanamkan pada alat yang akan dikontrol. Sekilas mikrokontroler sama dengan mikroprosesor dalam sebuah komputer. Tetapi mikrokontroler mempunyai banyak komponen terintegrasi di dalamnya seperti *timer/counter* sedangkan dalam mikroprosesor komponen tersebut tidak terintegrasi. Mikrokontroler merupakan suatu chip mikroprosesor dengan dilengkapi sebuah CPU, Memori (RAM dan ROM) serta *Input- Output*. Agfianto (2003) mengemukakan bahwa mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan pasar (*market need*). Dengan kata lain Mikrokontroler dapat disebut sebagai suatu mikrokomputer yang dapat bekerja hanya menggunakan satu chip serta dibantu dengan sedikit komponen luar, sehingga sering juga disebut *Single Chip Mikrokomputer* (SCM). Mikrokontroler AT89S52 memiliki beberapa keistimewaan, yaitu^[5]:

- Kompatibel dengan produk mikrokontroler MCS-51

2. 8K bytes of In-System Programmable Flash Memory
3. Mampu dilakukan 1000 kali proses hapus/tulis
4. Beroperasi pada frekuensi 0 sampai 33 MHz
5. Memiliki tiga level program pengunci
6. Kapasitas Random Access Memori RAM Internal 256 x 8-bit
7. Memiliki 4 port (32 baris) sebagai input/output
8. 3 buah timer/counter 16 bit
9. Memiliki 8 sumber interrupt
10. Saluran UART serial Full Duplex
11. Tegangan operasi 4,0 sampai 5,5 volt
12. Mode low-power idle dan Power-down
13. Watchdog timer

LIQUID CRYSTAL DISPLAY

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan suatu penampil yang terbuat dari bahan kristal cair yang pengoperasiannya menganut sistem dot matrik. LCD banyak diaplikasikan untuk alat-alat elektronika seperti kalkulator. Komunikasi data yang dipakai menggunakan mode teks artinya semua informasi yang dikomunikasikan memakai kode *American Standard Code for Information Interchange (ASCII)*.

Suatu LCD tersusun dari dot matrix LCD Controller, segment drive, serta LCD panel. Kontroler LCD telah tergabung dengan RAM/ROM pembangkit karakter atau CGRAM (*Character Generator RAM*). Semua fungsi penampil dikendalikan oleh instruksi-instruksi, sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler^[2].

SEVEN SEGMENT

Seven segment merupakan komponen elektronika yang dapat digunakan untuk menampilkan karakter angka, didesain dari 7 LED dan 1 dot point dengan ukuran bermacam-macam^[2].

LINEARITAS PENCACAHAN

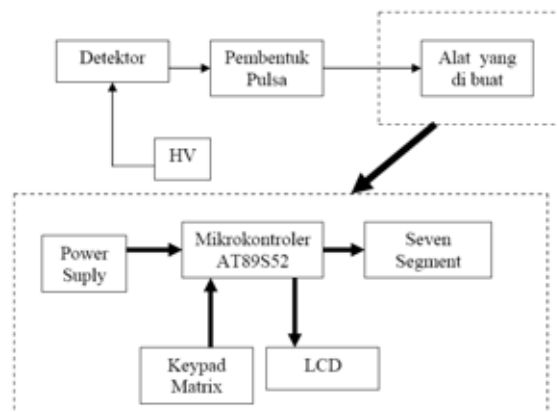
Untuk menentukan linearitas pencacahan digunakan persamaan grafik regresi linier, dengan metode kuadrat terkecil. Setelah persamaan garis regresi ditentukan, maka harus dinilai baik buruknya linearitas dari model regresi linier yang digunakan. Untuk dapat

menilainya digunakan Koefisien Korelasi Linear R^2 . Nilai R^2 ada pada kisaran $0 \leq R^2 \leq 1$. Makin dekat R^2 dengan 1 berarti semakin baik linearitasnya, sebaliknya makin dekat R^2 dengan 0 maka linearitasnya akan semakin buruk^[1].

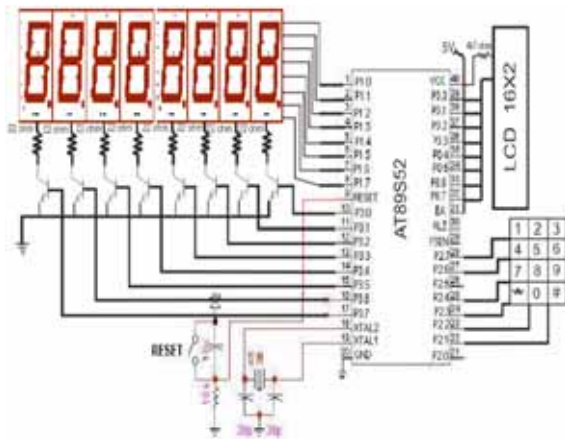
TATA KERJA

Perancangan dan pembuatan alat sistem penampil cacah dengan mikrokontroler ini terdiri dari dua jenis yaitu perancangan dan pembuatan *hardware* dan *software* (program pemrosesan mikrokontroler). Gambar 1 adalah blok diagram alat yang dibuat, masing-masing blok mempunyai fungsi yang berbeda-beda, tetapi saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya. Fungsi tiap komponen dalam perancangan sistem adalah sebagai berikut:

1. pembentuk pulsa yang dimaksud adalah keluaran dari function generator ataupun pembangkit pulsa yang nantinya pulsa tersebut akan di cacah
2. Mikrokontroler berfungsi sebagai pencacah / counter dan pewaktu
3. Seven segment berfungsi sebagai penampil cacah dalam satuan Cps
4. LCD berfungsi sebagai penampil waktu cacah.
5. Keypad matrik berfungsi sebagai pengatur waktu
6. Power supply berfungsi sebagai pemberi tegangan DC.



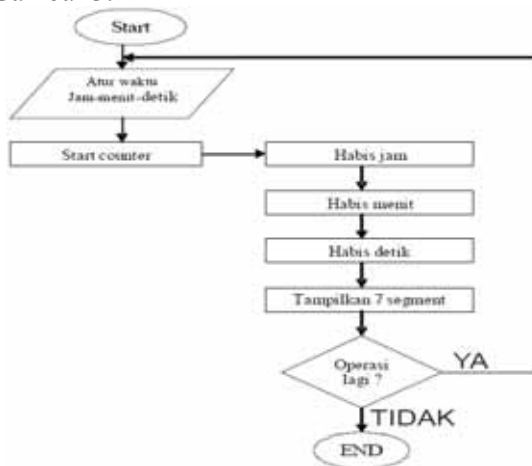
Gambar 1. Blok Diagram Sistem Pemrosesan Sistem Penampil Cacah Monitor Debu Kontinyu.



Gambar 2. Sistem Penampil yang Dibuat

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Diagram alir program sistem penampil cacah monitor debu kontinyu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Program

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem

yang dibuat. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kemampuan dari sistem dan untuk mengetahui apakah unjuk kerja sistem sudah berjalan sesuai dengan perencanaan, pengujian dilakukan dengan *Function Generator model GF6 – 80156*. Pengujian ini meliputi linieritas pencacahan dan kestabilannya.

Pengujian Linieritas Pencacah Terhadap Perubahan Frekuensi

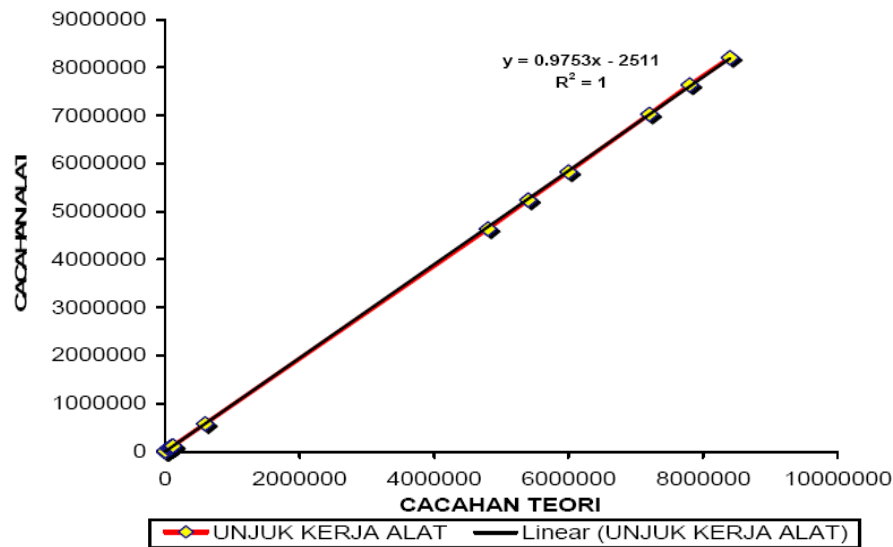
Pengujian dilakukan dengan memberikan input pulsa TTL dari *function generator* dengan melakukan variasi frekuensi antara 10 Hz– 140 kHz kemudian dilakukan pencacahan dalam jangka waktu 1 menit. Hasil cacah akan dibandingkan dengan teori dan dimasukkan ke dalam Tabel 1. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Untuk Data pertama diperoleh penyimpangan (*error*) Δx sebagai berikut

$$\Delta x = \left[\frac{(600 - 581,6)}{600} \right] \times 100\% = 3,07\%$$

Data penyimpangan (*error*) untuk pengujian linieritas pencacah terhadap perubahan frekuensi dapat dilihat pada Table 1.

Dari uji linieritas pencacah terhadap perubahan frekuensi diperoleh harga koefisien korelasi $r = 1$ dan rata-rata penyimpangan (*error*) sebesar 2,72 %, yang berarti bahwa alat tersebut mempunyai linieritas yang baik terhadap perubahan fekuensi, namun hasil cacahan unjuk kerja alat sedikit menyimpang dari nilai cacahan secara teori.



Gambar 4 Grafik Linieritas Pencacah Terhadap Perubahan Frekuensi

Tabel.1 Data Pengujian Linieritas Pencacah Terhadap Perubahan Frekuensi

1	<i>Function</i>	Cacah Teori	Data Cacah Unjuk Kerja Alat					Rata - Rata	ERROR
	<i>Generator (Hz)</i>		1	2	3	4	5		
1	10	600	586	580	581	580	581	581.6	3.07%
2	20	1200	1153	1150	1161	1154	1149	1153.4	3.88%
3	100	6000	5930	5867	5885	5851	5890	5884.6	1.92%
4	1000	60000	58316	58317	58311	58303	58305	58310.4	2.82%
5	1100	66000	64207	64477	64198	64208	64198	64257.6	2.64%
6	1200	72000	70489	70178	70482	70178	70474	70360.2	2.28%
7	1300	78000	76033	76754	76019	76010	75681	76099.4	2.44%
8	1400	84000	82054	81695	81687	81689	82024	81829.8	2.58%
9	1500	90000	88087	87705	88067	88067	88607	88106.6	2.10%
10	1600	96000	93156	93569	93166	93566	93159	93323.2	2.79%
11	1700	102000	99145	99165	99148	99631	99374	99292.6	2.65%
12	1900	114000	111480	110253	110542	109452	114234	111192.2	2.46%
13	2000	120000	115340	116252	116251	116216	116215	116054.8	3.29%
14	10000	600000	580338	580036	579834	579427	579238	579774.6	3.37%
15	80000	4800000	4639182	4628917	4628347	4656282	4628249	4636195.4	3.41%
16	90000	5400000	5240258	5240205	5241215	5239151	5240252	5240216.2	2.96%
17	100000	6000000	5840996	5805431	5840616	5840358	5804586	5826397.4	2.89%
18	120000	7200000	7046255	7002939	7045966	7002168	7045060	7028477.6	2.38%
19	130000	7800000	7620614	7664639	7617919	7664117	7617324	7636922.6	2.09%
20	140000	8400000	8247519	8195818	8196428	8198542	8197212	8207103.8	2.30%
Rata-rata penyimpangan (<i>error</i>)									2.72%

Pengujian Linieritas Pencacah Terhadap Perubahan Pewaktu

Pengujian dilakukan dengan memberikan input 1 kHz pulsa TTL dari *function generator* dengan melakukan variasi waktu cacah. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan

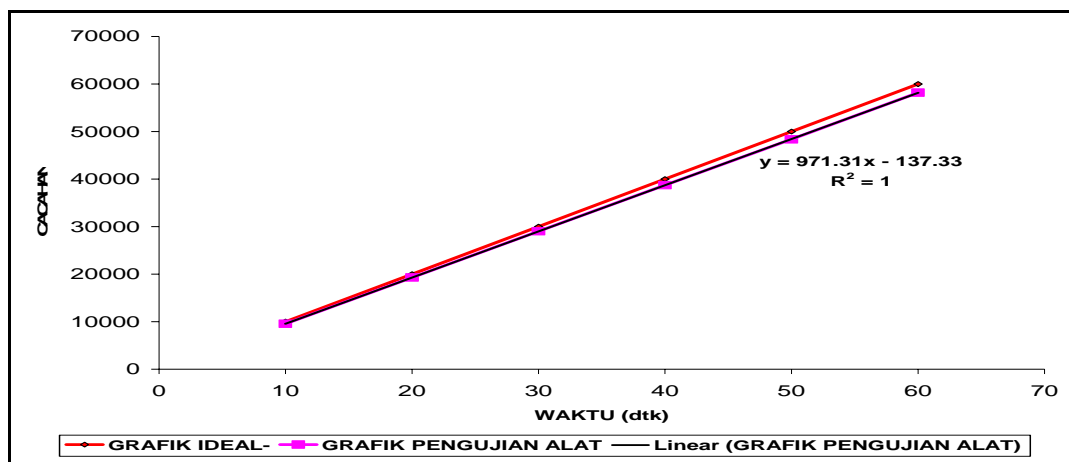
memberikan waktu cacah yang berbeda maka unjuk kerja alat sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pencacahan akan dibandingkan dengan teori dan dimasukkan ke dalam Tabel 2. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2 Data Pengujian Linieritas Pencacah Terhadap Perubahan Pewaktu

NO	WAKTU (dtk)	CACAH TEORI	DATA UNJUK KERJA ALAT					RATA-RATA CACAHAN	ERROR
			1	2	3	4	5		
1	10	10000	9595	9558	9562	9559	9557	9566.2	4.34%
2	20	20000	19093	19346	19326	19356	19347	19293.6	3.53%
3	30	30000	29035	29028	29031	29031	29028	29030.6	3.23%
4	40	40000	38717	38716	38715	38717	38717	38716.4	3.21%
5	50	50000	48649	48533	48382	48139	48137	48368	3.26%
6	60	60000	58097	58377	58137	58132	58137	58176	3.04%
Rata-rata penyimpangan (<i>error</i>)								3.44%	

Dengan menggunakan persamaan garis untuk garis lurus (1), (2), (3), dan (4), maka

didapatkan persamaan garis regresi $y = 971.31x - 137.33$ dan nilai koefisien korelasi $r = 1$.



Gambar 5. Grafik Linieritas Pencacah Terhadap Perubahan Pewaktu

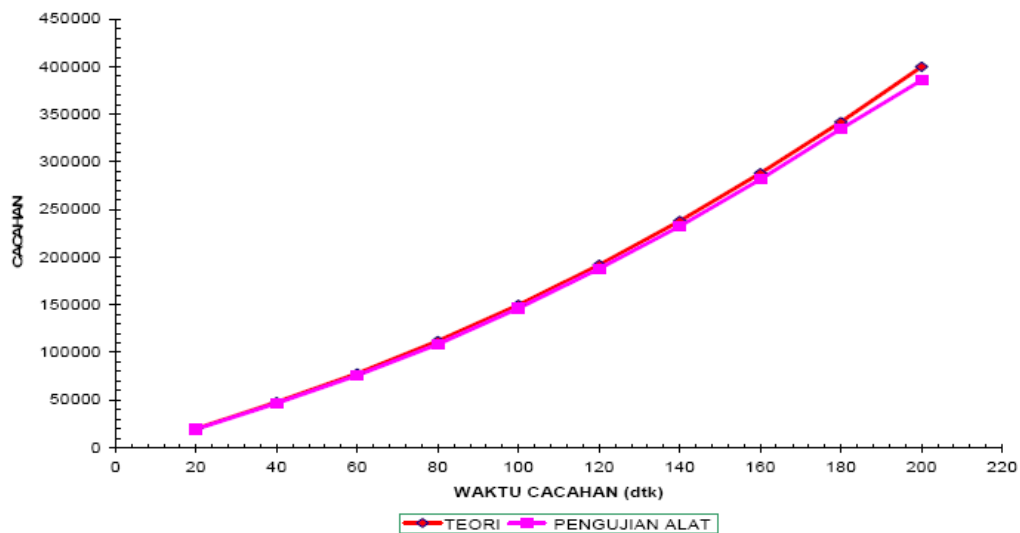
Dari uji linieritas pencacah terhadap perubahan pewaktu diperoleh harga koefisien korelasi $r = 1$ dan rata-rata penyimpangan (*error*) sebesar 3,44 %, yang berarti bahwa alat tersebut mempunyai linieritas yang baik terhadap perubahan pewaktu, namun hasil cacahan unjuk kerja alat sedikit menyimpang dari nilai cacahan secara teori.

Pengujian Pencacah Terhadap Perubahan Frekuensi dan Pewaktu

Pengujian dilakukan dengan memberikan input pulsa TTL dari *function generator* dengan melakukan variasi frekuensi dari 1kh sampai 2 kh dan variasi waktu dari 20dtk sampai 200 dtk. Hasil cacah akan dibandingkan dengan teori dan dimasukkan ke dalam Tabel 3. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Data Pengujian Pencacah Terhadap Perubahan Frekuensi dan Pewaktu

NO	WAKTU	Function	DATA UNJUK KERJA ALAT					RATA-	ERROR
	CACAH (dtk)	Generator (Hz)	1	2	3	4	5	RATA	
1	20	20000	19352	19100	19182	19272	19266	19234.4	3.83%
2	40	48000	46864	46776	45982	46215	46445	46456.4	3.22%
3	60	78000	75772	75773	75768	75771	75773	75771.4	2.86%
4	80	112000	108990	108898	107987	108321	108461	108531.4	3.10%
5	100	150000	146219	146231	146321	146186	146261	146243.6	2.50%
6	120	192000	187944	187899	187914	187902	187887	187909.2	2.13%
7	140	238000	232504	232487	232496	232601	232613	232540.2	2.29%
8	160	288000	281120	281968	282131	281867	281678	281752.8	2.17%
9	180	342000	332020	332168	333671	332172	343168	334639.8	2.15%
10	200	400000	385632	385424	385326	386011	386213	385721.2	3.57%
Rata-rata penyimpangan (error)									2.78%



Gambar 6. Grafik Pengujian Pencacah Terhadap Perubahan Frekuensi dan Pewaktu

Dari Tabel 3 dan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa unjuk kerja alat mendekati nilai yang diharapkan sesuai dengan teori, namun mempunyai nilai rata-rata penyimpangan (error) sebesar 2,78 %.

Pengujian Kestabilan Pencacah

Seperti pengujian lineritas pencacah, pada pengujian kestabilan pencacah ini dilakukan dengan memberikan input TTL yang berasal dari *Function Generator* sebesar 100 Hz selama 10 detik. Hasil cacahan secara teori adalah $100 \times 10 = 1000$.

Untuk menganalisa pengujian kestabilan unjuk kerja alat maka digunakan Persamaan statistika berikut :

$$\text{Deviasi rata-rata (D)} = \frac{1}{n} \sum |x - x_{\text{rat}}|$$

$$\text{Standart deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum |x - x_{\text{rat}}|}{(n - 1)}}$$

Dengan memasukkan data pada Tabel 5 pada persamaan (D) dan (σ) maka didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\text{Deviasi rata-rata (D)} = \frac{22,7}{20} = 1,135$$

$$\text{Standart deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{44,55}{19}} = 1,53$$

Tabel 4. Data Pengujian Kestabilan Pencacahan

NO	X	(X - Xrat)	X - Xrat	(X - Xrat) ²	Error
1	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
2	968	-1.15	1.15	1.32	3.20%
3	971	1.85	1.85	3.42	2.90%
4	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
5	966	-3.15	3.15	9.92	3.40%
6	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
7	968	-1.15	1.15	1.32	3.20%
8	969	-0.15	0.15	0.02	3.10%
9	965	-4.15	4.15	17.22	3.50%
10	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
11	968	-1.15	1.15	1.32	3.20%
12	969	-0.15	0.15	0.02	3.10%
13	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
14	969	-0.15	0.15	0.02	3.10%
15	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
16	971	1.85	1.85	3.42	2.90%
17	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
18	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
19	970	0.85	0.85	0.72	3.00%
20	969	-0.15	0.15	0.02	3.10%
	Xrat = 969.15	∑ =0.00	∑ =22.7	∑ =44.55	Erat = 3.09%

Dengan standard deviasi sebesar 1.53, deviasi rata-rata (*average deviation*) 1.135 dan rata-rata penyimpangan (*error*) relatif sebesar 3,09 %, dapat disimpulkan bahwa kestabilan pencacahan dari unjuk kerja alat dapat dikatakan baik karena ketepatan antara pembacaan-pembacaan pada pengukuran yang sama, hal ini ditunjukkan dari deviasi rata-rata yang rendah. Namun hasil pencacahan seperti halnya pada percobaan pengujian linearitas didapatkan penyimpangan dari hasil cacahan secara teori sebesar nilai rata-rata penyimpangan (*error*) relatif yaitu 3,09 %.

Secara keseluruhan unjuk kerja alat sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan hal ini ditunjukkan dari nilai koefisien korelasi $r = 1$. Penyimpangan (*error*) relatif disebabkan kesalahan sistematis pada instrumen itu sendiri, untuk itu perlu pengembangan lebih lanjut baik dari perangkat keras maupun perangkat lunak dari sistem pencacah yang dibuat.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain :

1. Telah berhasil dibuat sistem penampil cacah Monitor Debu Kontinyu menggunakan mikrokontroler AT89S52 yang bertujuan untuk menampilkan hasil cacahan kedalam display *seven segment*
2. Alat tersebut telah dilakukan uji coba dengan simulasi di laboratorium, hasil pengujian linearitas alat, diperoleh nilai koefisien korelasi (R^2) = 1 terhadap perubahan frekuensi dan terhadap perubahan waktu, sehingga linearitas pencacahan alat yang dibuat cukup baik.
3. Presentase penyimpang alat terhadap hasil teori mempunyai rata-rata penyimpangan (*error*) di bawah 3,09 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. FITRIANA, RIAN, 2007, "Rancang Bangun Sistem Pengolah Data Digital Beta Particulate Air Monitor Menggunakan Mikrokontroler AT89S8252", Tugas Akhir-STTN BATAN, Yogyakarta.
2. IBNU BUDI R, "Modul Praktikum Mikrokontroler 8051", 2006.
3. OTTO PRIBADI RUSLANTO, 2001, "Monitor Debu Kontinyu Cerobong Industri"
4. WARDHANA, W.A, 1994, *Teknik Analisis Radioaktif Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.
5. www.atmel.com
6. www.canbera.com

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Pada alat yang dibuat terdapat 2 buah penampil apa fungsi masing masing ? (Fanny W R-STTN)
2. Debu apa saja yang dapat dimonitor dan bagaimana caranya ? (Toto Trikasjono-STTN)
3. Apa kelebihan alat yang dibuat ? (Endro Kismolo-PTAPB)

Jawaban

1. Fungsi penampila dalah sebagai berikut:
 - a. Penampil yang pertama seven segment sebagai penampil hasil cacah dengan satuan sekon
 - b. Penampil yang kedua adalah LCD sebagai penampil waktu operasi alat
2. Semua debu yang keluar dari cerobong asap dan cara memotornya adalah debu disedot menggunakan pompa melalui filter sehingga diperoleh sampel debu; selanjutnya filter tersebut dianalisa dengan sumber radioaktif , kemudian hasil analisa ditampilkan pada LCD dan Seven segment.
3. Kelebihan alat ini adalah waktu operasi alat tersebut dapat diatur sesuai dengan kemauan operator dengan menggunakan key pad serta terdapat dua penampil seven segment sebagai penampil cacah dan LCD sebagai penampil waktu operasi.
Yogyakarta,

