



**LAPORAN HIBAH PENELITIAN
PROYEK DUE-LIKE BATCH III**



**PEMBUATAN BENSINMETER DIGITAL
PELACAK PEMALSUAN BENSIN**

Oleh :
Drs. Faidur Rochman, MS.
Drs. Yusuf Syah, MS.
Drs. Muzakki

0069 07141

PROGRAM STUDI KIMIA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga

Surabaya
NOVEMBER 2003



LEMBARAN IDE TITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASI PENELITIAN PROYEK DUE-LIKE

A. Judul : Pembuatan Bensinmeter digital pelacak pemalsuan bensin

B. Ketua Peneliti:

- a. Nama : Drs. Faidur Rochman, MS.
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. Pangkat/Golongan/NIP : Lektor Kepala/IVa/131 406 061
d. Bidang Keahlian : Kimia Fisik/Kimia Permukaan
e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
f. Universitas : Airlangga

C. Tim Peneliti

a. Peneliti I

- Nama : Drs. Yusuf Syah, MS.
Bidang Keahlian : Kimia Analitik
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Tugas dalam tim : Pemilihan surfaktan dan analisis data

b. Peneliti II

- Nama : Drs. Muzakki
Bidang Keahlian : Fisika elektronika dan instrumentasi
Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika
Tugas dalam tim : Pembuatan alat turbidimeter digital

D. Pendanaan dan jangka waktu penelitian

- a. Jangka waktu penelitian : 6 (enam) bulan yang diusulkan
b. Jumlah anggaran : Rp 35.000.000,- yang diusulkan
c. Biaya yang disetujui : Rp 30.000.000,-

Surabaya, 23 Nopember 2003
Ketua Peneliti,



Unair,

(Drs. Y. Latif Burhan, M.Sc.)

NIP 131 286 709

(Drs. Faidur Rochman, MS)

NIP. 131 406 061

Menyetujui,
Direktur Eksekutif I PIU DUE-Like
Universitas Airlangga,

(Tjitjik Fie Tjahjandari, Ph.D)
NIP. 131 803 627

PEMBUATAN BENSINMETER DIGITAL PELACAK PEMALSUAN BENSIN

Oleh :

Drs. Faidur Rochman, MS.^{*)}

Drs. Yusuf Syah, MS.^{*)}

Drs. Muzakki^{**)}

^{*)} *Jurusan Kimia FMIPA Universitas Airlangga*

^{**)} *Jurusan Fisika FMIPA Universitas Airlangga*

RINGKASAN

Telah dikembangkan metode kuantitatif untuk uji kemurnian bensin premium, bekerjanya berdasarkan perbedaan polaritas antara bensin dengan kerosin. Hasilnya berupa **Bensinmeter digital** yang mampu menganalisis kadar kerosin dalam bensin berdasarkan kuantitas kekeruhan (*turbidity*), setelah sampel bensin dicampur dengan larutan **Marker FR-02+**.

Dalam riset ini ada 3 (tiga) langkah yang dilakukan yaitu (a) menyusun formulasi larutan marker baru lewat kesetimbangan fasa cair-cair 3 komponen, (b) modifikasi larutan marker FR-0X sampai diperoleh sistem mikroemulsi, (c) merangkai instrumental Turbidimeter digital yang mampu mengukur kekeruhan sistem mikroemulsi.

Hasil yang didaapat adalah (1) diperoleh dua formulasi larutan marker baru yaitu (a) Marker FY-01 dengan komposisi n-Heksanol:Brij-35(1%) = 26:23 dan (b) Heksanol:Brij-35(1%) = 95:10; (2) larutan marker modifikasi dari FR-02 menjadi FR-02+; (3) dapat dibuat Bensinmeter digital dengan limit deteksi 0.2% menggunakan larutan Marker FR-02+ yang memiliki daerah linearitas lebih baik dibanding Marker FY-0X.

DESIGNATED OF DIGITAL BENSINMETER OF GASOLINE ADULTERATION TRACER

By :
Drs. Faidur Rochman, MS.^{*)}
Drs. Yusuf Syah, MS.^{*)}
Drs. Muzakki^{**)}

^{*)} *Department Chemistry of MIPA faculty of Airlangga University*

^{**)} *Department Physics of MIPA faculty of Airlangga University*

SUMMARY

The quantitative method for purity testing of the gasoline premium has been investigated. This instrumental is performing base on polarity difference between gasoline and kerosin. The out coming is **Digital Bensinmeter** which capable to analysis of kerosin quantity in the gasoline, base on turbidity of sample when it was mixed with **Marker FR-02+** solution.

There were three action has been done in these research, i.e. (a) To construct the formula of new marker solution by three components liquid-liquid phase equilibrium, (b) modification of Marker FR-0X solution, until microemulsion system has been reached, (c) constructing of digital Bensinmeter with detecting capability of the turbidity of microemulsion system.

The result of this experiment was (1) It has been produced two news formulae of liquid marker i.e. (a) Marker FY-01 with n-hexanol:Brij-35(1%)=26:23 composition, (b) Marker FY-02 with n-hexanol:Brij-35(1%)=95:10 composition. (2) Modification formulae of Marker FR-02 to become Marker FR-02+. Liquid Marker FR-02+ was better formulae than Marker FY-0X. (3) Digital Bensinmeter has been constructed with 0,2% limit detection by Marker FR-02+.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT saya panjatkan sepuh hati, bahwa hanya dengan Rahmat dan Petunjuk -Nya lah penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada:

1. Ditjen Dikti yang telah mempercayakan penggunaan Dana DUE-Like Batch III kepada Jurusan Kimia FMIPA Unair, sehingga pengembangan jurusan yang sesuai dengan Restra Unair, mengalami asclerasi peningkatan kualitas dan kuantitas Tri Darma Perguruan Tinggi,
2. Direktur Eksekutif DUE-Like Unair dan sekaligus sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unair, yang telah mengalokasikan dana untuk Riset yang saya lakukan ini,
3. Semua Pihak yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat menambah kasanah perbendaharaan ilmu pada umumnya dan khususnya dapat mengatasi persoalan pengoplosan BBM.

Surabaya, Nopember 2003

Peneliti,



(Drs. Faidur Rochman,MS)

NIP. 131 406 061



DAFTAR ISI

Lembar Identitas	.....	i.
Ringkasan	.....	ii.
Summary	.....	iii
Kata Pengantar	.....	iv.
Daftar Isi	.....	v
Daftar Tabel	.....	vii
Daftar Gambar	.....	viii
Daftar Lampiran	.....	ix
Bab I. PENDAHULUAN	.....	1
Bab II TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN		
2.1 Tujuan Penelitian	.....	3
2.2 Manfaat Penelitian	.....	3
Bab III TINJAUAN PUSTAKA		
3.1 Komposisi Minyak Bumi	.....	4
3.2 Metode Uji Kemurnian BBM	.....	6
3.3 Polaritas Pelarut Organik	.....	7
3.4 Pembentukan Mikroemulsi	.....	9
3.5 Rangkaian elektronik turbidimeter	.....	10
BAB IV METODE PENELITIAN		
4.1 Sampel dan Sampling	.....	11
4.2 Tempat Penelitian	.....	11
4.3 Bahan dan Alat	.....	11
4.4 Rancangan Roset	.....	12
4.5 Prosedur Penelitian	.....	12

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Sampling Bensin Premium	15
5.2 Pemilihan surfaktan dan ko-surfaktan	16
5.3 Pembuatan diagram fasa	20
5.4 Penyempurnaan formulasi marker	21
5.5 Pengukuran turbiditas sampel	21
5.6 Pembuatan Bensinmeter digital	23
5.6.1 Skematis penyusunan rangkaian alat dan tata letak	23
5.6.2 Pembuatan rangkaian untuk pengolah sinyal dan display	25
5.6.3 Pembuatan kuvet dan pengemban	27
5.6.4 Penyusunan sistem secara utuh	28
5.7 Uji kelayakan alat	
5.7.1 Uji linearitas dan kestabilan alat	29
5.7.2 Pengukuran kadar kerosin dengan Bensinmeter	30
5.7.3 Uji t untuk konsentrasi bensin dan tampilan alat	31
5.8 Uji validitas alat	
5.8.1 Uji limit deteksi	33
5.8.2 Uji presisi	36
5.8.3 Uji akurasi	36
5.8.4 Uji sensitivitas	37

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	39
6.2 Saran	40
Daftar Pustaka	41
Lampiran	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keterkaitan antara jenis BBM dengan jumlah atom C dan komposisi kimia	4
Tabel 2. Perbandingan profil kromatogram antara bensin dengan kerosin	5
Tabel 3. Spesifikasi bensin dan kerosin serta campuran 30% kerosin	6
Tabel 4. Polaritas relatif beberapa pelarut organik berdasarkan data spektroskopi ..	8
Tabel 5. Hasil pencampuran Brij-35 dengan n-heksanol dan bensin pada Berbagai variasi volume n-heksanol	16
Tabel 6. Hasil pencampuran Brij-35 dengan n-heksanol dan bensin pada Berbagai variasi konsentrasi Brij-35	17
Tabel 7. Hasil pencampuran beberapa surfaktan dengan n-heksanol dan bensin	18
Tabel 8. Hasil pencampuran beberapa kosurfaktan dengan Brij-35 dan bensin	19
Tabel 9. Hasil pencampuran larutan Mareker FR-01 dan FR-02 dengan Beberapa surfaktan	21
Tabel 10. Hubungan konsentrasi kerosin dengan turbiditas menggunakan Larutan Mareker FR-02+	21
Tabel 11. Hubungan konsentrasi kerosin dengan turbiditas menggunakan Larutan Mareker FY-02	22
Tabel 12. Data hasil pembacaan kadar kerosin Bensinmeter belum termodifikasi ..	30
Tabel 13. Data hasil pembacaan kadar kerosin Bensinmeter termodifikasi	31
Tabel 14. Uji t untuk dua sampel berpasangan dengan bensimeter belum termodifikasi	31
Tabel 15. Uji t untuk dua sampel berpasangan dengan bensimeter belum termodifikasi	32
Tabel 16. Hubungan kadar kerosin standar dengan kadar kerosin keluaran alat	33
Tabel 17. Hasil pengukuran kadar kerosin pada bensin murni dengan Bensinmeter belum termodifikasi	34
Tabel 18. Hubungan kadar kerosin dalam bensin standar dengan kadar kerosin Keluaran Bensinmeter termodifikasi	35
Tabel 19. Hasil pengukuran kadar kerosin pada bensin murni dengan Bensinmeter belum termodifikasi	35
Tabel 20. Data untuk penghitungan nilai presisi Bensinmeter	36
Tabel 21. Data untuk penghitungan nilai akurasi Bensinmeter	37
Tabel 22. Data untuk penghitungan nilai sensitivitas Bensinmeter	37
Tabel 23. Tiga formulasi larutan marker untuk uji kemurnian bensin	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Foto botol sampling bensin beserta kotak sampling	15
Gambar 2.	Foto hasil pencampuran bensin dengan Brij-35 dan n-heksanol Pada berbagai variasi volume n-heksanol	16
Gambar 3.	Foto hasil pencampuran bensin dengan Brij-35 dan n-heksanol Pada berbagai konsentrasi Brij-35	17
Gambar 4.	Foto hasil pencampuran bensin dan n-heksanol dengan beberapa Jenis surfaktan	18
Gambar 5.	Foto hasil pencampuran bensin dan Brij-35 dengan beberapa Jenis surfaktan	19
Gambar 6.	Kesetimbangan fasa cair-cair 3 komponen antara bensin dengan n-heksanol dan Brij-35	20
Gambar 7.	Grafik korelasi antara kadar kerosin dengan turbiditas menggunakan larutan marker FR-02+	22
Gambar 8.	Grafik korelasi antara kadar kerosin dengan turbiditas menggunakan Larutan marker FY-02	23
Gambar 9.	Diagram blok susunan alat	23
Gambar 10.	Gambar rangkaian elektronik untuk uji pendahuluan	24
Gambar 11.	Skema rangkaian elektronik untuk sensor	24
Gambar 12.	Skema rangkaian elektronik untuk suplay	24
Gambar 13.	Foto rangkaian elektronik untuk suplay	25
Gambar 14.	Skema rangkaian elektronik untuk olah sinyal dan display	26
Gambar 15.	Foto rangkaian elektronik olah sinyal dan display	26
Gambar 16.	Foto kuvet dan pengembannya	27
Gambar 17.	Tata letak panel belakang dan depan alat	28
Gambar 18.	Tata letak panel komponen display	28
Gambar 19.	Foto bensinmeter digital hasil rakitan	29
Gambar 20.	Grafik hubungan antara kadar kerosin standar dengan kadar Kerosin keluaran bensinmeter belum dimodifikasi	34
Gambar 21.	Grafik hubungan antara kadar kerosin standar dengan kadar Kerosin keluaran bensinmeter termodifikasi	35
Gambar 22.	Grafik korelasi antara kadar analit dengan nilai presisi alat	36
Gambar 23.	Grafik hubungan antara kadar kerosin dengan nilai Akurasi Bensinmeter	37
Gambar 24.	Grafik hubungan antara kadar kerosin dengan nilai Sensitivitas Bensinmeter	38

BAB I PENDAHULUAN



Kebutuhan BBM untuk kendaraan bermotor tergolong pokok dan strategis. Peningkatan kebutuhan BBM sebanding dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor dan peningkatan aktivitas industri. Khusus untuk bensin, konsumsi di Indonesia lebih dari 29 juta barel/tahun. Distribusi pemasaran BBM terbesar adalah lewat SPBU dan dealer, kemudian departemen-departemen tertentu (DEPHUB, PLN, dll.) atau industri-industri tertentu. Peningkatan kebutuhan tersebut dapat diprediksi secara kuantitatif berdasarkan peningkatan jumlah SPBU yang ada (Jasfi, E., 1992).

Peningkatan konsumsi BBM membawa dampak yaitu Pertamina kewalahan menangani sistem transportasi distribusinya, sehingga armada truk tangki BBM dipercayakan kepada pihak swasta. Akibatnya pemantauan terhadap kemungkinan pemalsuan atau pengoplosan BBM menjadi sangat longgar. Tercatat dari tahun 1994 sampai sekarang (2002) di beberapa wilayah seperti Jakarta, Bekasi, Tangerang, Bandung, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Gresik, Sepanjang, Bangkalan (Madura), bahkan di Negara Bagian Malasia, pemalsuan BBM sering terjadi. Ditambah lagi dengan naiknya harga BBM beberapa kali tiap tahunnya, menyebabkan selisih harga bensin dan minyak tanah maupun solar dengan minyak tanah semakin besar. Dengan demikian kasus pengoplosan BBM boleh jadi semakin marak dan berani. Di Wilayah Kodya Surabaya, tercatat tidak kurang dari 10 lokasi pengoplos BBM (Machlan, 1998).

Berdasarkan survei kemurnian BBM tahun 1995, bahwa 80% bensin premium yang dijual di SPBU se Kodya Surabaya mengandung minyak tanah $\pm 3\%$ (Faidur, 1998). Diperkuat lagi dengan hasil investigasi wartawan Jawa Pos yang menyatakan bahwa “ terjadi jalur pemutusan pengiriman BBM dari DEPOT Pertamina UPDN V menuju SPBU” (Jawa Pos 11 & 12 Juni 1998). Kasus lain yang sempat mencuat di Surabaya ialah penjualan minyak solar untuk kapal laut di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan harga di bawah “harga patokan” dari

Pertamina. Ini ditengarai adanya pengoplosan solar tersebut dengan minyak tanah (Surabaya Post, 5 Juni 1998).

Dampak pengoplosan bensin maupun solar dengan minyak tanah terhadap mesin sangat besar. Diantaranya: mesin cepat panas, lebih boros bahan bakar, kompresi dan kinerja mesin turun, *spare part* lebih cepat aus dan lebih cepat turun mesin (Wijoseno, 1987). Terhadap lingkungan, dapat meningkatkan emisi gas CO di udara (Faidur, 1996).



BAB II

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah membuat alat portable untuk melacak pengoplosan BBM terutama bensin premium yang sering dioplos dengan minyak tanah. Dengan bensinmeter potabel yang dirancang, dapat dijadikan alat bukti kasus pengoplosan BBM, sehingga konsumen dapat terlindungi dari tindak kecurangan yang sangat merugikan.

Agar alat yang dibuat sangat operasional di lapangan, maka harus memenuhi beberapa persyaratan. Diantaranya: (a) memiliki validitas yang cukup memadai, (b) mudah operasional analisisnya, serta (c) murah dalam biaya analisisnya.

2.2 Manfaat Penelitian

Sampai sekarang, alat uji kemurnian bensin belum pernah ada di pasaran. Pertamina sebagai monopoli produsen dan distributor BBM di Indonesia, juga tidak memiliki alat tersebut. Mereka hanya memiliki spesifikasi BBM untuk “layak pakai”.

Mengingat pentingnya alat tersebut serta tidak mahalnya harga satu unit Bensin meter digital yang akan dibuat, juga murah biaya analisis per sampel serta mudahnya cara pengukuran kemurnian bensin, maka instrumental ini sangat operasional untuk uji kemurnian bensin di lapangan, terutama oleh SPBU dan keagenan besar bensin lainnya. Padahal jumlah SPBU saja di seluruh wilayah Nusantara lebih dari 5.000 buah.

Jika alat tersebut diproduksi oleh Pertamina lewat kerjasama Riset Unggulan Kemitraan (RUK), dan Universitas Airlangga sebagai pemilik royalti, maka hasilnya sangat mendukung **program otonomi kampus**.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Komposisi Hidrokarbon Minyak Bumi

Kandungan hidrokarbon dalam minyak bumi adalah paling dominan, meskipun demikian jenis senyawa hidrokarbonnya amat beragam. Setidaknya ada empat kelompok besar hidrokarbon yaitu (i.) hidrokarbon parafin (alifatik jenuh), (ii.) hidrokarbon nafta (sikloparan), (iii.) hidrokarbon aromatik dan (iv.) hidrokarbon olefin (Smith and Paulsen, 1978).

Berdasarkan jumlah atom C dari hidrokarbon, dapat dibedakan antara jenis BBM yang satu dengan lainnya seperti tabel 1 di bawah ini,

Tabel 1. Kaitan antara jenis BBM dengan jumlah atom C dan komposisi kimia

No	Jenis BBM	Jumlah atom C	Komposisi Kimia	Bentuk Fasa
01	LNG	1 - 2	Metana & etana	Gas
02	LPG	3 - 4	Propana, butana, isobutana	Gas
03	bensin	5 - 12	Multi komponen	Cair volatil
04	avtur	8 - 12	Multi komponen	Cair agak volatil
05	kerosin	9 -18	Multi komponen	Cair
06	solar	11 - 20	Multi komponen	Cair
07	m. disel	13 -22	Multi komponen	Cair agak kental
08	m. residu	> 15	Multi komponen	Cair kental

(Sumber : Othmer, K., 1984)

Instrumental di laboratorium kimia yang lazim dan dapat digunakan untuk analisis komposisi BBM (termasuk uji kemurniannya) antara lain adalah Kromatografi gas, HPLC, GC-MS dan NMR. Prosedur analisis bensin dengan kromatografi gas dapat dilakukan dengan metode ASTM D-2267 menggunakan kolom PEG, dietil glikol suksinat, atau tetrasiano etilat pentaeritritiol. (Smith and Paulsen, 1978). Analisis profil kromatogram menggunakan kromatografi gas untuk bensin premium dan kerosin dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini,

Tabel 2. Perbandingan profil kromatogram antara bensin premium dengan kerosin menggunakan kromatografi gas

No	Waktu Retensi (=Rt)		Luas Puncak		Konsentrasi	
	B.premium	kerosin	B.premium	kerosin	B.premium	kerosin
01	1,700	-	2912	-	6,6546	-
02	1,847	-	3482	-	79580	-
03	1,945	-	2919	-	6,6720	-
04	2,190	-	2117	-	4,8370	-
05	2,502	2,510	1934	4238	4,4200	0,1550
06	3,085	3,093	5221	4589	11,9330	0,1678
07	5,060	5,088	2993	42995	6,8400	1,5723
08	5,610	5,635	1831	19054	2,4020	0,6968
09	6,145	6,198	371	101838	0,8487	3,7242
10	7,207	7,235	456	35346	1,0418	12926
11	7,857	7,897	677	59002	1,5479	2,1577
12	-	8,332	-	180536	-	6,8947
13	-	9,998	-	212601	-	7,7750
14	-	11,345	-	189573	-	6,9326
15	-	12,487	-	-	-	4,4138

(Sumber: Faidur R., 1995)

Dari tabel 3 nampak bahwa kerosin tidak memiliki puncak kromatogram utama (besar) pada $Rt < 2,50$, sedangkan bensin premium tidak memiliki puncak pada $Rt > 7,80$. Dengan demikian untuk analisis pengoplosan bensin dengan kerosin, harus dilihat puncak-puncak kromatogram pada $Rt > 7,80$. Ada puncak kromatogram pada daerah tersebut, yaitu $Rt = 8,332; 9,998; 11,345$ dan $12,487$. Dari ke empat kromatogram tersebut, $Rt = 9,998$ adalah yang paling baik untuk analisis kadar kerosin dalam bensin premium. Puncak tersebut dapat dikenal struktur senyawanya lewat GC-MS, yaitu milik senyawa 5,9 tetradeadiena (Faidur R., 1996)

Pertamina sebagai pemegang monopoli produksi dan penjualan BBM, belum memiliki metode uji atau alat pelacak pengoplosan BBM. Mereka hanya mengembangkan metode untuk uji spesifikasi layak pakai untuk tiap jenis BBM yang dikeluarkan oleh Ditjen Migas dengan SK No. 002/P/DM/Migas/1979 dan No. 2/P/DM/Migas/1983. Spesifikasi untuk kerosin dan bensin premium dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Spesifikasi bensin premium dan kerosin serta campuran 30% kerosin dalam bensin

Spesifikasi yang diuji	satuan	Hasil spesifikasi			Metode
		Premium (pr)	Campuran pr:kr (7:3)	Kerosin (kr)	
Rapat jenis(60 ⁰ F)		0,7356	0,7626	0,8126	ASTM D.1298
RVP 100 ⁰ F	Psi	5,9	2,2	0,2	ASTM D.322
Kadar Pb	g/USG	0,37	0,22	-	AAS
Kadar air	% vol	trace	trace	trace	ASTM D.95
Kadar getah	Ppm	12,8	14,4	3,98	ASTM D.381
Periode induksi	Menit	>300	>300	>300	ASTM D.525
Sulfur merkaptan	Ppm	1,9	4,9	8,9	UOP 163-59
Warna ASTM	-	0,5	0,5	-	ASTM D.1500
Kalor bakar	BTU/lb	19760	19420	19260	ASTM D.240
Hidrogen sulfida	Mg/l	nihil	nihil	nihil	UOP 163-59
Titik asap	Mm	-	-	16,5	IP-57

(Sumber : Wijoseno,K.,1987)

Dari tabel 3 jika berat jenis antara bensin premium murni dibandingkan dengan bensin mengandung kerosin 30%, hanya memiliki selisih nilai satu angka dibelakang koma. Jika kerosin berkadar di bawah 10%, maka sulit areometer mengidentifikasi adanya pencampuran bensin dengan kerosin.

3.2 Metode Uji Kemurnian BBM

Metode Marker untuk melacak pemalsuan BBM pertama dikembangkan oleh peneliti dari Lemigas (Subardjo,P.,dkk.,1987). Mereka menamakan **Marker MP** yang dipergunakan untuk melacak kandungan kerosin dalam bensin, dan **Marker EBS** yang dipergunakan untuk melacak kandungan solar dalam bensin. Hasilnya masih jauh dari sempurna, karena hanya untuk deteksi kualitatif (ada tidaknya BBM yang dioplos) dan limit deteksinya di atas 6%.

Berangkat dari hasil penelitian Subarjo dkk yang masih mentah tersebut, dikembangkan sistem larutan marker dari campuran pelarut organik, yang bekerjanya berdasarkan perbedaan sifat polaritas. Jika BBMnya murni, dicampur dengan **marker FR** pada perbandingan tertentu, akan larut sempurna. Sebaliknya jika mengandung BBM oplosan, akan terjadi pemisahan yang volumenya tergantung banyak sedikitnya oplosan dalam BBM tersebut. Dengan demikian volume yang memisah setelah sampel dicampur

dengan marker dipat membei informasi kadar minyak tanah yang dioplosan ke dalam bensin.

Untuk menguatkan hasil temuan tersebut, dikembangkan metode uji kemurnian BBM dengan sistem **KIT Marker FR-01**. Untuk itu dibuat tabung kit berskala yang dapat menunjukkan kadar BBM oplosan (*impurities*). Prinsipnya ialah dilakukan pencampuran BBM yang diuji dengan larutan marker. Jika BBMnya murni akan larut sempurna, jika BBMnya tidak murni akan terjadi pemisahan. Makin besar ketidak murnian BBM tersebut, makin banyak pula volume yang memisah. Jadi volume lapisan atas yang memisah menunjukkan besarnya kadar BBM oplosan. Hasilnya didapat kit uji kemurnian bensin yang memiliki (a.) limit deteksi 0,179 %, (b.) akurasi $100 \pm 3\%$, dan (c.) presisi $> 96\%$. (Faidur ,1998)

Hasil Kit Marker FR-01, masih dilanjutkan penelitiannya lewat program percepatan paten. Penyempurnaan meliputi dua hal yaitu : (1) melakukan koreksi pengaruh suhu terhadap pengukuran, sehingga diperoleh tabel koreksi suhu pengukuran kit Marker, (2) uji stabilitas larutan marker selama penyimpanan (Faidur , 2001)

3.3 Polaritas Pelarut Organik

Pemilihan pelarut yang paling lazim adalah melihat nilai polaritasnya, karena kelarutan solut ke dalam solven ditentukan oleh sesuai-tidaknya polaritas antara keduanya. Hildebrand telah membuat parameter kelarutan ($=\delta$) yang dirumuskan (Hildebrand, 1970) :

$$\delta = \left(\frac{\Delta H_v - RT_v}{V_m} \right)^{1/2} \quad \text{di mana : } \Delta H_v = \text{entalpi penguapan solven}$$

$V_m = \text{volume molar}$

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan solven cukup banyak, diantaranya : (a) gaya Coulomb, (b) gaya Van der Waals, (c) gaya dipol, (d) ikatan hidrogen, (e) sifat asam-basa dari solven (Matland et al., 1987)

Untuk klasifikasi solven, dasar pengelompokan juga bermacam-macam, antara lain berdasarkan (i) struktur kimia, (ii) tetapan fisik, (iii) sifat asam-basa, (iv) polaritas dan (v) aplikasinya (Barton, A. F.M., 1983)

Penentuan polaritas pelarut secara empiris ada beberapa macam, yaitu (1) secara termodinamik (hubungan linier dengan energi Gibbs), (2) secara spektroskopi (pengukuran energi transisi molar), dan (3) secara analitik (pengukuran kesetimbangan asam-basa) (Reichardt, 1982)

Dengan spektroskopi didapat energi transisi molar ($= E_T$) yang harganya ekuivalen dengan parameter polaritas ($=Z$). Secara matematik dinyatakan :

$$E_T = h.c. \nu \cdot N_A \equiv Z$$

dimana : h = tetapan Planck ν = bilangan gelombang
 c = kecepatan cahaya N_A = bilangan Avogadro

Dari data spektroskopi tersebut, dapat ditentukan polaritas relatif terhadap air dan TMS sebagai standarnya, yakni :

$$E_i^X = \frac{E_{T(\text{solven})} - E_{T(\text{TMS})}}{E_{T(\text{air})} - E_{T(\text{TMS})}} = \frac{E_{T(\text{solven})} - 30,7}{32,4}$$

Data polaritas relatif untuk beberapa solven organik tertera di tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Polaritas relatif beberapa pelarut organik berdasarkan data spektroskopi

NN o	Nama pelarut	Polaritas relatif	No	Nama Pelarut	Polaritas relatif
01	Air	1,000	19	Anilin	0,457
02	fenol	0,948	20	dimetilsulfoksida	0,444
03	gliserol	0,812	21	Anh. Asam asetat	0,407
04	glukol	0,790	22	Aseton	0,355
05	metanol	0,762	23	nitrobenzena	0,324
06	Asm formiat	0,728	24	Piridin	0,302
07	Dietilen glukol	0,713	25	Kloroform	0,259
08	butanadiol	0,676	26	Etilasetat	0,228
09	etanol	0,654	27	tetrahidrofuran	0,207
10	Asam asetat	0,648	28	klorobenzena	0,188
11	2-etoksietanol	0,627	29	Iodobenzena	0,170
12	n-propanol	0,617	30	1,4-dioksan	0,164
13	n-butanol	0,602	31	Dietilamin	0,145
14	n-pentanol	0,568	32	Dietileter	0,117
15	2-propanol	0,546	33	Benzena	0,111
16	2-butanol	0,506	34	Toluena	0,099
17	2-pentanol	0,488	35	di-n-butileter	0,071
18	asetonitril	0,460	36	CS ₂	0,065
			37	trietilamin	0,043
			38	n-heksana pentana	0,009

(Sumber: Dimroth, 1963)

Dari tabel 4, solven dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu (a) solven sangat polar (no. 01 s.d. 11) , (b) solven sedikit polar (no. 12 s.d. 22) , (c) solven sedikit non-polar (No. 23 s.d. 31) dan (d) solven sangat non-polar (No. 32 s.d. 38).

Menurut Parker (1971), solven diklasifikasi menjadi tiga yaitu : (i) solven protik, yang memiliki nilai $E_T^N = 0,5$ s.d. $1,0$, (ii) solven aprotik polar, yang memiliki $E_T^N = 0,3 - 0,5$, dan (iii) solven aprotik nonpolar , yang memiliki $E_T^N = 0,0 - 0,3$.

Sampai saat ini, di laboratorium kimia belum ada instrumental yang dapat dipergunakan untuk mengukur kepolaran solven secara langsung. Oleh karena itu sasaran akhir dari penelitian ini adalah pembuatan alat ukur kemurnian BBM sekaligus sebagai *polaritymeter*.

3.4 Pembentukan Mikroemulsi

Mikroemulsi adalah emulsi dengan ukuran dispersi lebih kecil (100 – 600 nm) dibanding emulsi biasa/makroemulsi (500 – 1000 nm). Sifat lainnya adalah tegangan antar fasanya cukup rendah, sedangkan area antarfasanya cukup besar, sehingga kenampakannya tidak terlalu keruh (Schulman and Stoeckenius, 1959). Mikroemulsi memiliki tingkat kestabilan sedang, yakni jika didiamkan beberapa hari, komponen minyak (nonpolar) dan air (polar)-nya akan memisah, sedangkan pada makroemulsi tetap tak memisah (Eccleston, 1992)

Upaya untuk dapat mengukur kuantitas kerosin dalam bensin secara digital adalah menambah bahan penstabil emulsi sehingga sampel dapat diukur kekeruhannya. Bahan penstabil emulsi yang lazim dipakai adalah surfaktan. Penggunaan surfaktan pada kesetimbangan fasa cair-cair, selalu menghasilkan mikroemulsi (Tingey et al., 1991). Pada pencampuran tersebut, berlaku **aturan Bancort**, yaitu : emulsi dengan kadar surfaktan besar akan menghasilkan fasa kontinyu (Salanger , 1988). Dengan mengatur nilai HLB dari surfaktan, dapat merubah pelarut polar menjadi lebih hidrofilik atau menjadi pelarut non-polar yang lebih hidrofobik (Shinoda and Kaneko, 1988).

Pembentukan mikroemulsi yang lebih baik dapat diperoleh jika ke dalam sistem air-minyak ditambahkan surfaktan dan ko-surfaktan (Prouvest and Pope, 1986). Kecocokan pemilihan surfaktan dan ko-surfaktan dapat dilakukan lewat

kesetimbangan fasa cair-cair multi komponen. Untuk fasa 4 komponen. Model diagram fasa berbentuk limas dapat digunakan (Smith et al., 1991) atau piramida segitiga (Kumeda and Nakamura, 1991).

3.5 Rangkaian elektronik turbidimeter

Instrumentasi fotolistrik pada dasarnya terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu peralatan *input*, peralatan pengolah dan peralatan *output* (Nukamari, 1991). Peralatan *input* menggunakan detektor cahaya fotoresistor, yaitu LDR (*Light Dependent Resistor*). Sifat komponen ini adalah nilai resistansinya akan turun sebanding dengan intensitas cahaya yang diserap oleh medium cair. LDR mendapatkan input cahaya yang telah dilewatkan (diserap) oleh medium sampel (mikroemulsi bensin + larutan marker). Sumber cahaya yang dipakai dapat berupa LED (*Light Emitting Diode*), laser atau jenis lainnya. Jika LED yang dipakai, pertimbangannya adalah harga yang cukup murah. (Apsari, 2000)

Peralatan pengolah menggunakan pengukur tahanan yang cukup peka yaitu menggunakan prinsip Jembatan *Wheatstone*, di mana detektor LDR merupakan salah satu dari lengan jembatan tersebut. Cahaya yang tertangkap pada detektor LDR akan diubah menjadi sinyal listrik yang selanjutnya diperkuat oleh rangkaian penguat tegangan yang berisikan IC Op-Amp 741. Peralatan *output* yang dipergunakan dapat berupa digital voltmeter atau frekwensimeter.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Sampel dan Sampling

Sampel bensin premium murni diperoleh dari Depot Pertamina UPDN V Surabaya. Sampling dari Depot Pertamina dilakukan sebanyak 5 (lima) kali dalam interval waktu dua minggu selama 2 bulan.

4.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di:

1. Laboratorium Kimia Fisik FMIPA Unair,
2. Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP ITS,
3. Laboratorium Fisika elektronika & instrumentasi FMIPA Unair

4.3 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang diperlukan

- Larutan Marker FR-01
- CTAB (Surfaktan kationik),
- NaLS (Surfaktan anionik),
- TEA(Surfaktan non-ionik)
- n-butanol
- n-pentanol
- n-heksanol
- Bensin premium murni
- Kerosin
- Etanol teknis
- Komponen elektronik untuk merangkai turbidimeter

Alat-alat yang diperlukan

- Turbidimeter

- Mikroskop
- Neraca analitik
- Alat-alat gelas di lab. Kimia
- Penguat output
- Jembatan wheatstone
- Frekwensimeter
- Avometer



4.4 Rancangan Riset

Rancangan riset yang dilakukan termasuk **eksperimen murni**. Metode ini dipilih karena pelaksanaan dilakukan di laboratorium-laboratorium di lingkungan FMIPA Unair dan di laboratorium Teknik Lingkungan STSP ITS, di mana data eksperimen yang diambil, langsung dapat menjawab permasalahan dan data yang diperoleh akan diperlukan untuk menjawab masalah berikutnya.

4.5 Prosedur Penelitian

1. Sampling bensin murni di Depot Pertamina UPDN V Surabaya. Dilakukan sampling sebanyak 5 (lima) kali pada interval waktu 2 mingguan. Tiap sampling diambil sebanyak 10 liter bensin premium.
2. Penentuan konsentrasi surfaktan dan angka banding terbaik untuk campuran bensin premium:kosurfaktan:surfaktan

Caranya:

- a) Dilakukan variasi perbandingan volume antara ketiga komponen serta variasi kadar surfaktannya.
 - b) Setelah dilakukan pencampuran, diamati hasil campurannya. Sistem yang dipilih adalah (i.) Jika larut sempurna, (ii.) menghasilkan kekeruhan permanen dan (iii.) kekeruhan tidak terlalu pekat (sedikit keruh)
3. Pemilihan jenis surfaktan terbaik untuk sistem mikroemulsi.

Caranya:

- a) Dari angka banding yang telah ditetapkan pada prosedur poin 2. dilakukan penggantian jenis surfaktan untuk TEA, Brij-35 dan EDTA

- b) Hasil masing-masing pencampuran yang menggunakan ketiga jenis surfaktan tersebut dibandingkan, untuk dipilih mana campuran yang memiliki kekeruhan permanen dan tidak terlampau pekat.
4. Pemilihan jenis kosurfaktan terbaik untuk sistem mikroemulsi,
Caranya:
- c) Dari angka banding yang telah ditetapkan pada prosedur poin 2, dilakukan penggantian jenis kosurfaktan untuk n-butanol, n-pentanol dan n-heksanol
- d) Hasil masing-masing pencampuran yang menggunakan ketiga jenis kosurfaktan tersebut dibandingkan, untuk dipilih mana campuran yang memiliki kekeruhan permanen dan tidak terlampau pekat.
5. Pembuatan kesetimbangan fasa cair-cair 3 komponen
- Dibuat variasi perbandingan antara sampel bensin premium dengan surfaktan dan kosurfaktan terpilih. Variasi dibuat dari 0% hingga 100% fraksi berat untuk ketiga komponen.
 - Dilakukan pencampuran untuk semua variasi (fraksi berat) ketiga komponen dan diamati hasil pencampurannya.
 - Tiap variasi pencampuran menghasilkan satu titik yang diplot dalam grafik kesetimbangan fasa berbentuk segitigasamasisi.
 - Dengan mengkaitkan bentuk fasa pada masing-masing titik, dapat diperoleh bentuk kesetimbangan fasa cair-cair 3 komponen.
6. Membuat formulasi larutan marker berdasarkan kesetimbangan fasa cair-cair 3 komponen,
Caranya:
- a) Dipilih daerah mikroemulsi yang terdapat pada diagram fasa tersebut,
- b) Tetapkan titik tengah dari daerah diagram fasa tersebut
- c) Tarik prosentase berat masing-masing komponen dari titik tengah tersebut,
- d) Prosentase berat masing-masing komponen menunjukkan komposisi formula marker
7. Penyempurnaan larutan marker FR-0X menjadi FR-0X₁.

- a. Menambah larutan marker FR-01 dan FR-02 dengan beberapa surfaktan dengan perbandingan 5:1:1, untuk selanjutnya dicampurkan dengan bensin murni. Surfaktan yang dipilih adalah yang menghasilkan mikroemulsi,
 - b. Membuat angka banding antara volume marker FR-0X+ dengan bensin murni
8. Uji kekeruhan dengan turbidimeter yang ada di laboratorium
- Pengukuran kekeruhan campuran sampel bensin + larutan Marker, dengan divariasi kadar kerosin dalam bensin,
 - Menetapkan persamaan regresi korelasi antara tingkat kekeruhan dengan kadar minyak tanah dalam bensin premium,
 - Pengukuran kekeruhan di atas juga dilakukan untuk formulasi marker berdasarkan pemilihan surfaktan dan kosurfaktan.
9. Perancangan bensinmeter dengan *output* digital
- Menyusun rangkaian elektronik sistem turbidimeter yang mampu membedakan kekeruhan sampel yang dicampur dengan larutan marker. Penyusunan tersebut dengan mengacu rangkaian turbidimeter yang dipergunakan pada prosedur poin 7 di atas. Dalam menyusun rangkaian, dapat dibagi menjadi dua bagian
 - a. Bagian rangkaian
 - Pengukuran intensitas cahaya oleh sistem detektor yang dilengkapi penguat output. Pengolahan data menggunakan *jembatan Wheatstone*, sedangkan pencatat output menggunakan avometer dan frekwensimeter.
 - Pengukuran kekeruhan sampel yang dicampur larutan marker untuk berbagai kadar minyak tanah dalam bensin, menggunakan turbidimeter hasil perakitan sendiri tersebut,
 - Menetapkan persamaan regresi hubungan antara kadar kerosin dalam bensin dengan kekeruhan campuran,
 - Koreksi blanko bensin murni dari depot Pertamina yang disampling,
 - Uji kepekaan, presisi, limit deteksi dan akurasi alat.

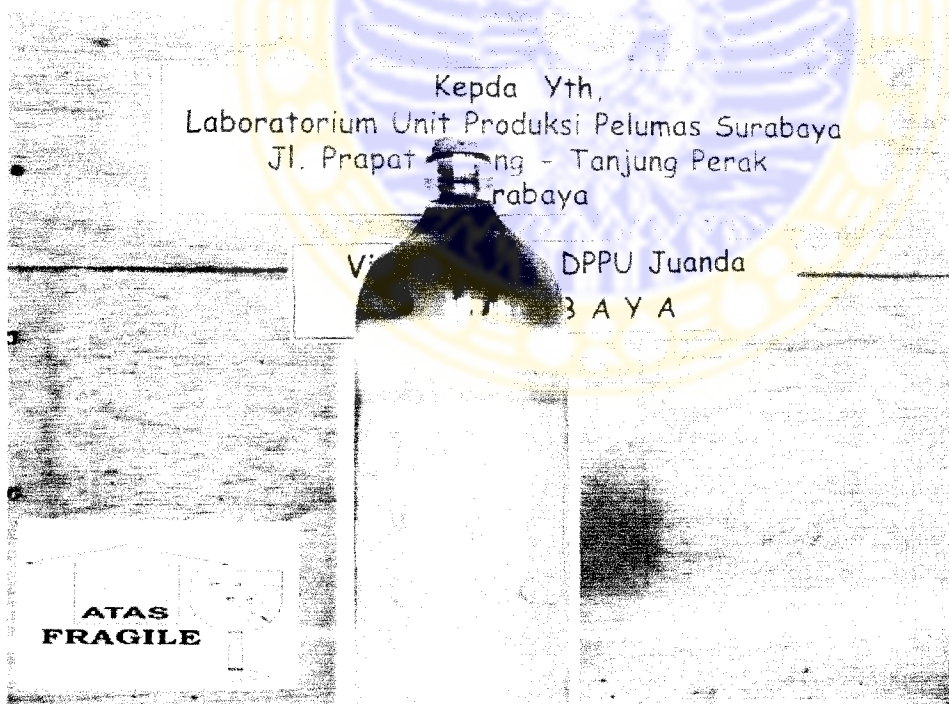
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Sampling Bensin Premium

Pengurusan surat ijin sampling bensin premium di Kantor Pertamina UPDN V Jl. Jagir No. 88 Surabaya telah selesai, dan sampling telah dilakukan di Depot Pertamina Jl. Perak Barat Surabaya sebanyak 5 (lima) kali, yaitu tanggal 23-07-2003, 7-08-2003, 21-08-2003, 5-09-2003 dan 23-09-2003 dengan volume sampling @ 10 liter

Botol sampling yang digunakan berukuran 1 liter, oleh karena itu dipergunakan sebanyak 10 (sepuluh botol) untuk sekali sampling, seperti tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Botol sampling bensin premium beserta kotak pembawanya

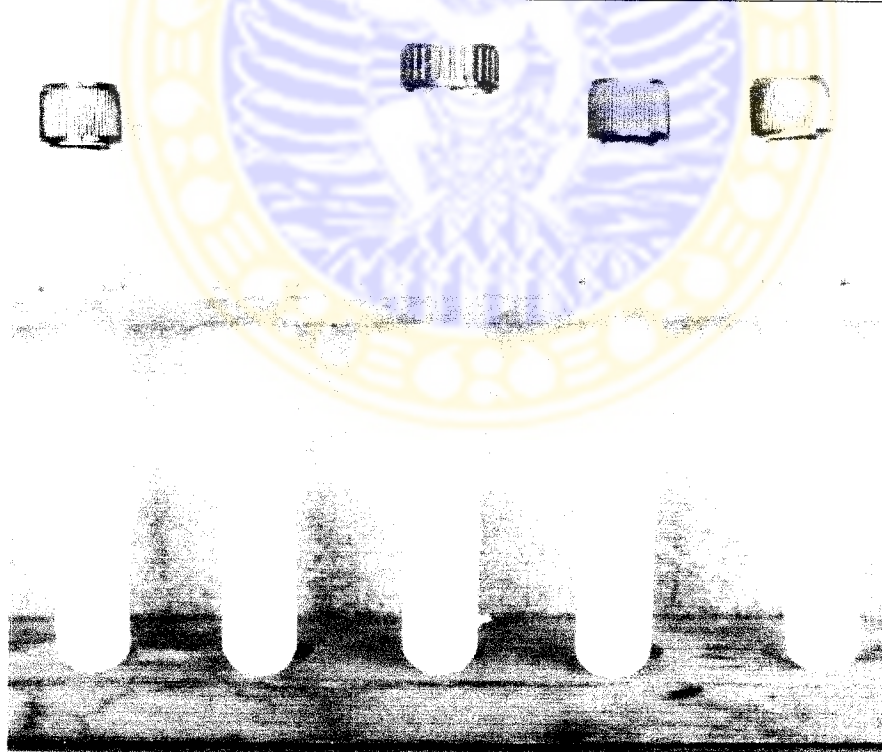
5.2. Pemilihan Surfaktan dan Kosurfaktan

5.2.1 Penetapan angka banding

Hasil pencampuran dari surfaktan, kosurfaktan dan bensin premium pada berbagai perbandingan dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 2 di bawah ini

Tabel 5. Hasil pencampuran surfaktan Brij-35, kosurfaktan heksanol dan bensin premium dengan variasi volume kosurfaktan

No	Bensin	Kosurfaktan	Surfaktan (1%)	Hasil Pencampuran
01	1 ml	1 ml	1 ml	Sedikit keruh dan sebagian fasa memisah
02	1 ml	2 ml	1 ml	Sedikit keruh dan sebagian fasa memisah
03	1 ml	3 ml	1 ml	Sedikit keruh dan sebagian fasa memisah
04	1 ml	4 ml	1 ml	Sedikit keruh dan sebagian fasa memisah
05	1 ml	5 ml	1 ml	Terbentuk kekeruhan sedang, tanpa ada fasa yang memisah



Gambar 2. Foto hasil pencampuran bensin, surfaktan Brij-35 dan n-heksanol dengan variasi volume kosurfaktan

Dari table 5 menunjukkan bahwa angka banding terbaik untuk campuran bensin: kosurfaktan: surfaktan adalah 1:5:1 (v/v).

5.2.2 Konsentrasi surfaktan optimum

Hasil pencampuran dari surfaktan, kosurfaktan dan bensin premium pada perbandingan 1:1:5 dengan variasi konsentrasi surfaktan dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 3 di bawah ini

Tabel 6. Hasil pencampuran dari Brij-35, heksanol dan bensin premium pada perbandingan 1:5:1 dengan variasi konsentrasi surfaktan

No	Bensin	Ko-surfaktan	Surfaktan	Hasil Pencampuran
01	1 ml	5 ml	1 ml (1%)	Terbentuk kekeruhan sedang, tanpa ada fasa yang memisah
02	1 ml	5 ml	1 ml (2%)	Terbentuk emulsi agak kekeruh, tanpa ada fasa yang memisah
03	1 ml	5 ml	1 ml (3%)	Terbentuk kekeruhan sedang, tetapi sebagian fasa memisah
04	1 ml	5 ml	1 ml (4%)	Terbentuk kekeruhan sedang, tetapi sebagian besar fasa memisah
05	1 ml	5 ml	1 ml (5%)	Terbentuk kekeruhan pekat tanpa ada fasa yang memisah



Gambar 3. Foto hasil pencampuran bensin, n-heksanol dan surfaktan Brij-35 pada perbandingan 1:5:1 dengan variasi konsentrasi surfaktan

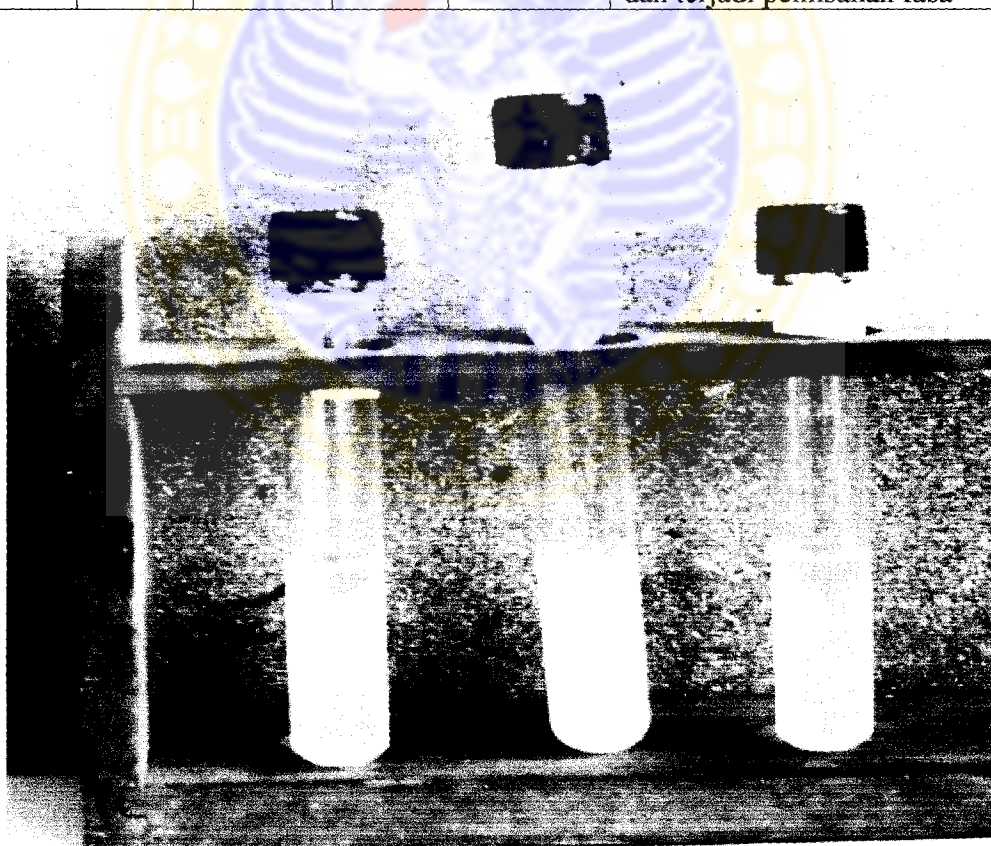
Konsentrasi surfaktan yang paling baik untuk pembentukan mikroemulsi adalah 1 %

5.2.3 Pemilihan surfaktan

Hasil pencampuran bensin premium dan kosurfaktan heksanol dengan beberapa jenis surfaktan dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 4 di bawah ini

Tabel 7. Hasil pencampuran bensin premium dan kosurfaktan heksanol dengan beberapa jenis surfaktan kadar 1 % pada perbandingan 1:5:1 (v/v)

No	Volume			Nama Surfaktan	Hasil Pencampuran
	Bensin	Ko-surf.	Surf.		
01	1 ml	5 ml	1 ml	Brij-35	Terbentuk kekeruhan sedang, tanpa ada fasa yang memisah
02	1 ml	5 ml	1 ml	TEA	Terbentuk sedikit kekeruhan dan terjadi pemisahan fasa
03	1 ml	5 ml	1 ml	EDTA	Terbentuk sedikit kekeruhan dan terjadi pemisahan fasa



Gambar 4. Foto hasil pencampuran bensin premium dan n-heksanol dengan beberapa jenis surfaktan pada perbandingan 1:5:1

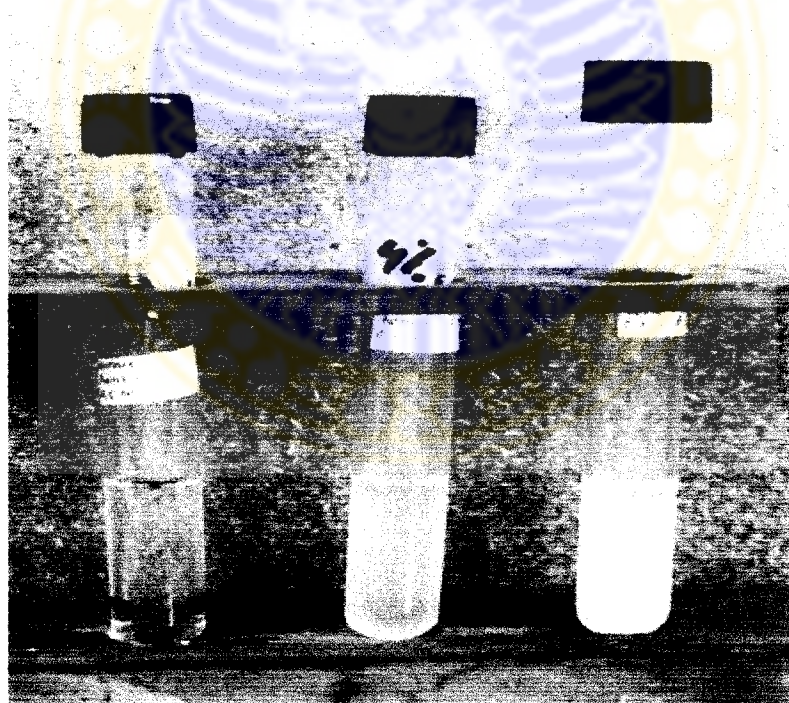
Dari tiga jenis surfaktan (TEA, EDTA dan Brij-35) maka surfaktan terbaik untuk pembentukan mikroemulsi adalah Brij-35

5.2.4 Pemilihan Kosurfaktan

Hasil pencampuran bensin premium dan surfaktan Brij-35 dengan beberapa jenis kosurfaktan dapat dilihat pada table 8 dan gambar 5 di bawah ini

Tabel 8 Hasil pencampuran bensin premium dan surfaktan Brij-35 1% dengan beberapa jenis kosurfaktan

No	Volume			Nama ko-Surfaktan	Hasil Pencampuran
	Bensin	Kosurf.	Surf.		
01	1 ml	5 ml	1 ml	n-butanol	Terbentuk fasa terlarut
02	1 ml	5 ml	1 ml	n-pentanol	Terbentuk sedikit kekeruhan & sebagian fasa memisah
03	1 ml	5 ml	1 ml	n-heksanol	Terbentuk kekeruhan sedang, tanpa ada fasa yang memisah

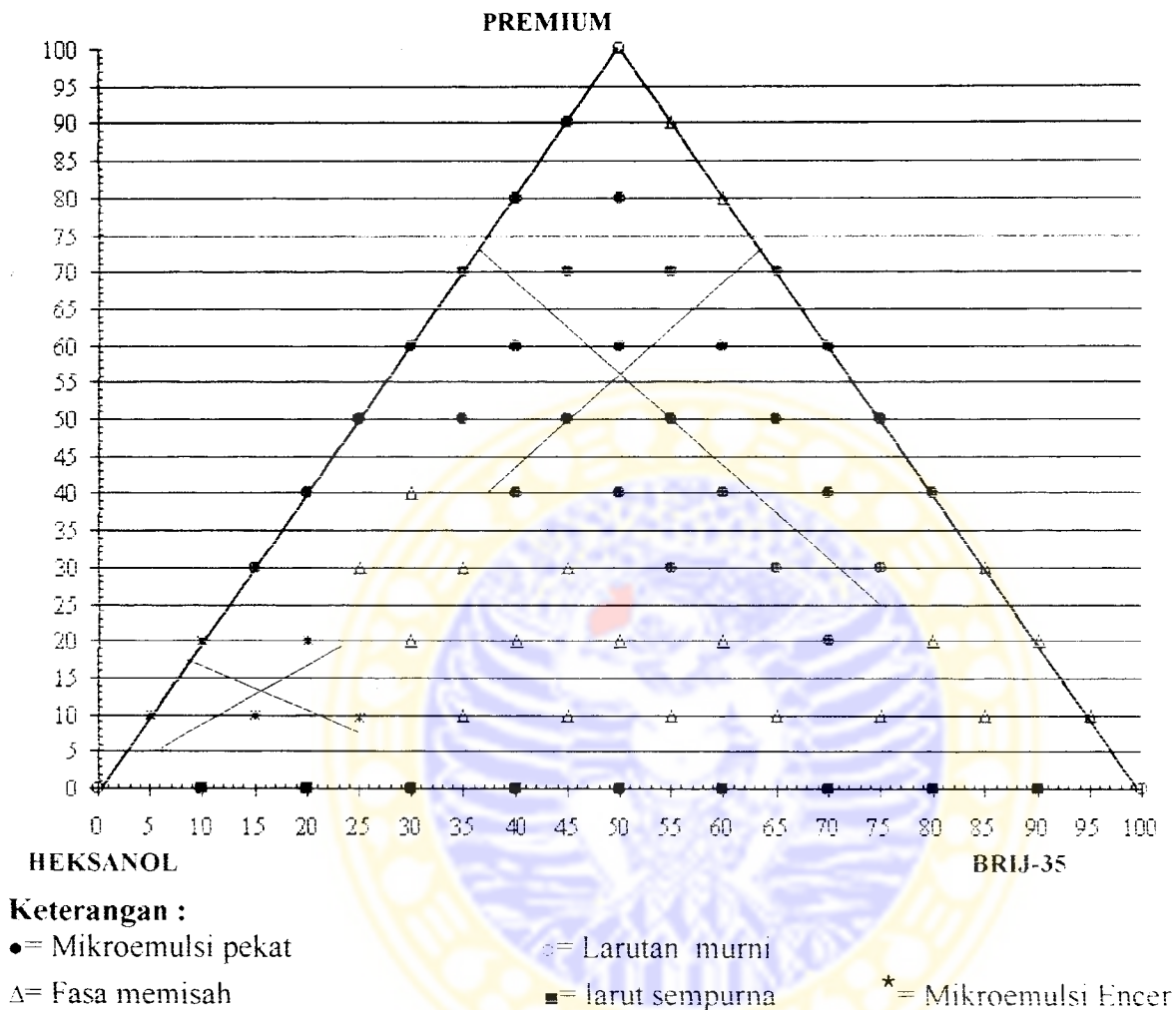


Gambar 5. Foto hasil pencampuran bensin premium dan Brij-35 dengan beberapa jenis kosurfaktan pada perbandingan 1:5:1

Dari tiga jenis kosurfaktan (n-butanol, n-amil alkohol dan n-heksanol) maka kosurfaktan terbaik untuk pembentukan mikroemulsi adalah n-heksanol.

5.3. Pembuatan diagram fasa

Dibuat diagram fasa cair-cair tiga komponen antara bensin heksanol dan Brij-35. Hasilnya seperti tertera pada gambar 6.



Gambar 6. Kesetimbangan fasa cair-cair tiga komponen antara bensin , n-heksanol dan Brij-35

Dari gambar 6 nampak bahwa ada 2 (dua) daerah mikroemulsi yang terjadi. Dengan menarik diagonal dari area mikroemulsi tersebut, dapat dibuat formulasi larutan marker yaitu **marker FY-01** dengan komposisi heksanol:bensin:Brij-35 = 26:76:23 (v/v) dan **marker FY-02** dengan komposisi heksanol:bensin:Brij-35 = 95:18:10 (v/v)

5.4. Penyempurnaan Formula Marker

Larutan marker FR-01 dan FR-02 dapat dianggap sebagai kosurfaktan dalam pembentukan mikroemulsi. Dengan demikian jika larutan marker tersebut ditambah surfaktan, akan terbentuk mikroemulsi juga. Hasil pencampuran larutan marker FR-01 dan FR-02 dengan beberapa surfaktan dapat dilihat pada table 9

Tabel 9. Hasil pencampuran larutan marker FR-01 dan FR-02 dengan beberapa surfaktan

No	Larutan Marker	Surfaktan		Angka banding (Marker:surfaktan)	Pembentukan mikroemulsi
		Nama	Konsentrasi		
01	FR-01	Brij-35	10% (w/v)	10:1 (v/v)	Tak terbentuk
02	FR-01	TEA	10% (w/v)	10:1 (v/v)	Tak terbentuk
03	FR-01	EDTA	10% (w/v)	10:1 (v/v)	Tak terbentuk
04	FR-02	Brij-35	10% (w/v)	10:1 (v/v)	Terbentuk tetapi ada pemisahan fasa
05	FR-02	TEA	10% (w/v)	10:1 (v/v)	Terbentuk mikroemulsi
06	FR-02	EDTA	10% (w/v)	10:1 (v/v)	Terbentuk tetapi ada pemisahan fasa

Dari table 9 nampak bahwa larutan marker FR-02 dapat membentuk mikroemulsi setelah dicampur dengan surfaktan TEA 10% dengan perbandingan 10:1 (v/v), dan marker tersebut menjadi bernama **larutan Marker FR-02+**

5.5. Pengukuran Turbiditas Sampel

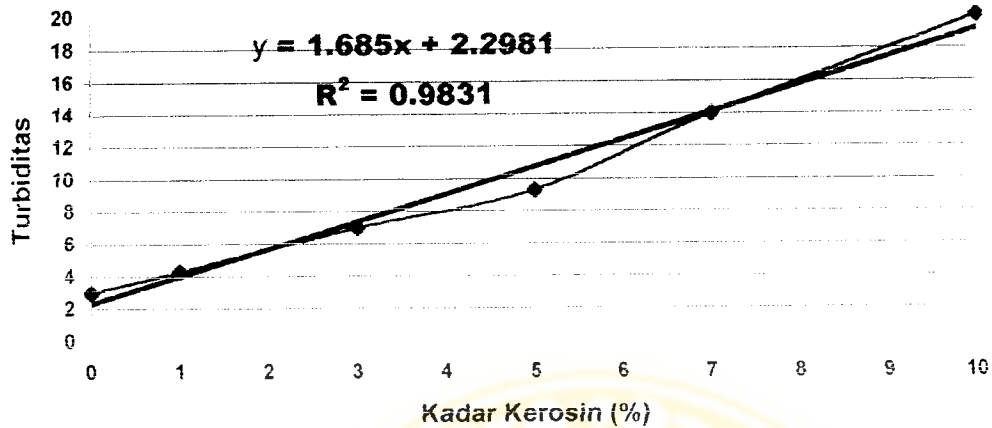
5.5.1 Pengukuran dengan larutan Marker FR-02+

Hasil pengukuran turbiditas sampel bensin dengan marker FR-02+ menggunakan turbidimeter di laboratorium Teknik Lingkungan FTSP ITS dapat dilihat pada **table 10**

Tabel 10. Hubungan konsentrasi kerosin dalam bensin dengan derajat kekeruhan menggunakan larutan **Marker FR-02+** yang terukur oleh turbidimeter

No	Kadar kerosin	Derajat kekeruhan			
		N_1	N_2	N_3	N_T
01	0%	3,00	2,00	4,00	3,00
02	1%	5,00	4,00	4,00	4,30
03	3%	8,00	6,00	7,00	7,00
04	5%	10,0	9,00	9,00	9,30
05	7%	15,0	13,0	14,0	14,0
06	10%	20,0	21,0	19,0	20,0

Dari table 10 dapat dibuat grafik korelasi antara kadar kerosin dengan turbiditas, seperti tertera pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik korelasi antara kadar kerosin dengan turbiditas menggunakan larutan marker FR-02⁺

Dari grafik pada gambar 7 menghasilkan korelasi antara kadar kerosin dalam bensin dengan kekeruhan menurut persamaan $y = 2,2981 + 1,685 x$ dengan $R^2 = 0,9831$

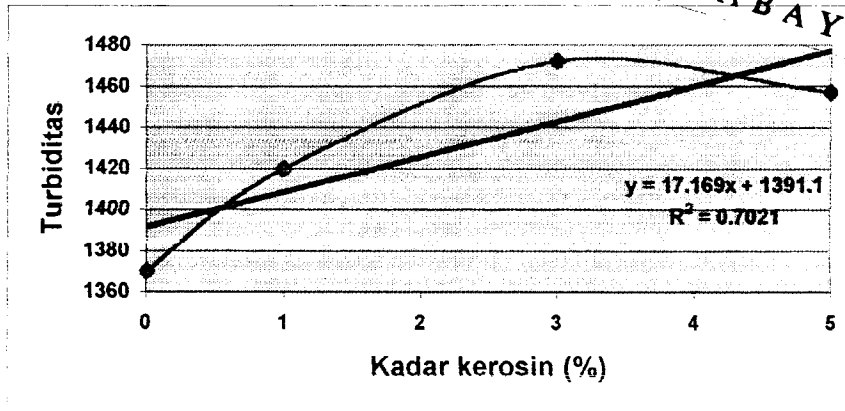
5.5.2 Pengukuran dengan larutan Marker FY-02

Hasil pengukuran turbiditas larutan bensin berbagai kadar kerosin menggunakan larutan Marker FY-02, tertera pada tabel 11

Tabel 11. Hubungan konsentrasi kerosin dalam bensin dengan derajat kekeruhan menggunakan larutan **Marker FY-02** yang terukur oleh turbidimeter

No	Kadar kerosin dalam bensin	Derajat kekeruhan	Keterangan
01	0 %	1370	Kekeruhan terlalu pekat
02	1 %	1420	
03	3 %	1472	
04	5 %	1457	

Data pada tabel 11 tidak menunjukkan korelasi linier antara kadar kerosin dengan derajat kekeruhan. Ini disebabkan sampel terlampaui keruh sehingga konsentrasinya berada di luar daerah linearitas turbidimeter.



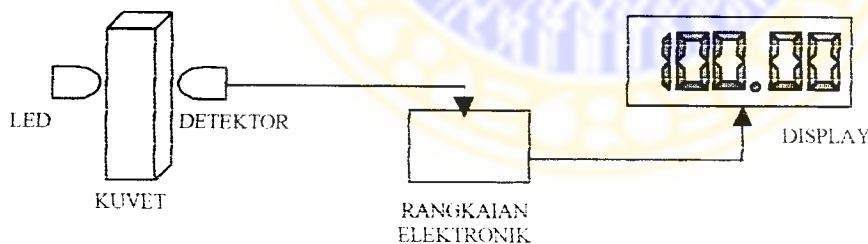
Gambar 8. Grafik korelasi antara kadar kerosin dalam bensin dengan turbiditas menggunakan **Marker FY-02**

Dari grafik pada gambar 8 nampak bahwa korelasi antara kadar kerosin dengan kekeruhan menggunakan larutan **Marker FY-02** adalah tidak linier ($R^2=0,702$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa larutan **Marker FR-02+** adalah lebih baik disbanding larutan Marker FY-02

5.6. Pembuatan Bensinmeter Digital

5.6.1. Skematis Penyusunan Rangkaian Alat dan Tata Letak

Rancangan susunan alat turbidimeter digital yang terdiri dari sumber cahaya berupa LED, kuvet (tempat sampel), detektor, rangkaian elektronik pengolah sinyal dan display disusun sesuai dengan Gambar 9.



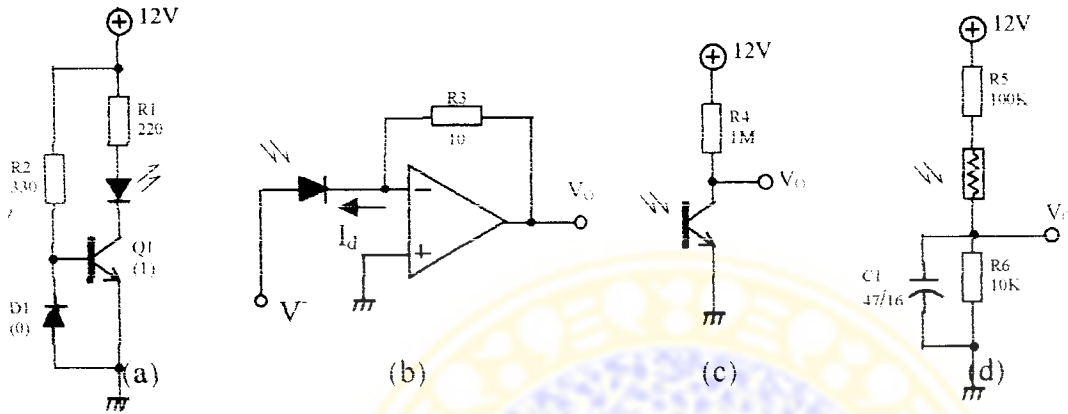
Gambar 9. Diagram blok susunan alat

Perancangan tata-letak komponen dan tata-jalur rangkaian elektronik disesuaikan dengan tata-letak panel alat. Perancangan tata-letak panel alat turbidimeter digital terdiri atas beberapa bagian, antara lain, peraga LED 7-

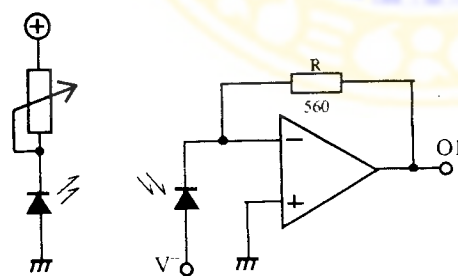
segmen, tombol power, sebuah terminal untuk sumber tegangan dari luar, bagian kalibrasi dan sebuah jendela untuk memasukkan kuvet ke dalam box alat.

5.6.2. Penyusunan rangkaian elektronik untuk sensor dan suplay

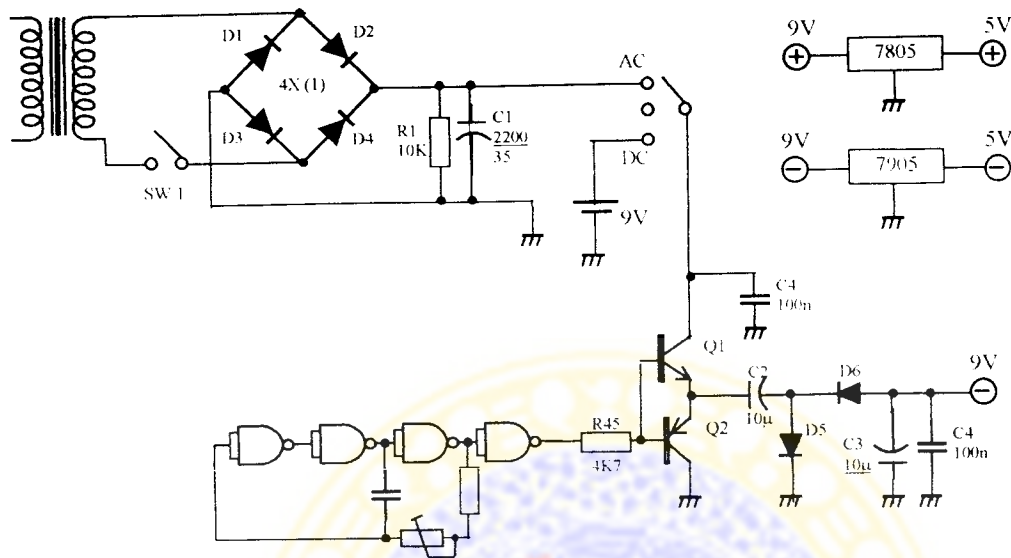
Pembuatan rangkaian elektronik untuk suplay dan sensor dengan skema dan foto perangkat elektroniknya seperti tertera pada gambar 10,11 dan 12



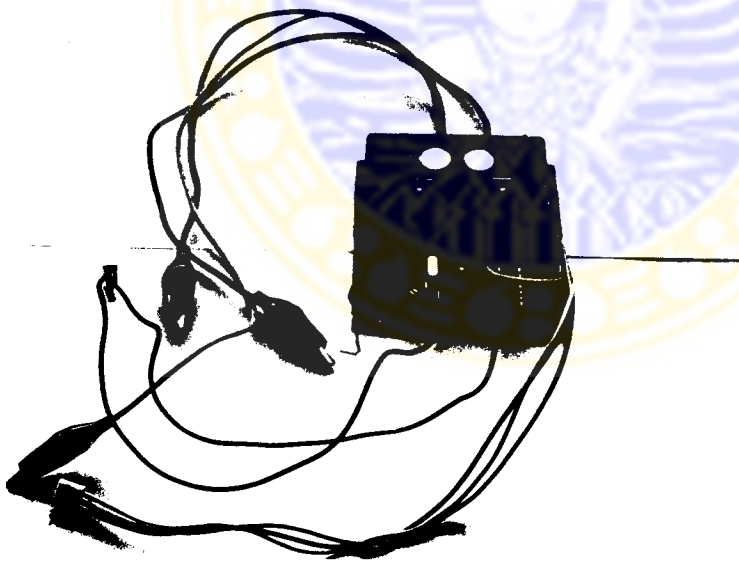
Gambar 10. Rangkaian untuk uji pendahuluan. (a) Sumber cahaya, (b) Fotodiode, (c) Fototransistor dan (d) LDR



Gambar 10. Skema rangkaian elektronik untuk sensor



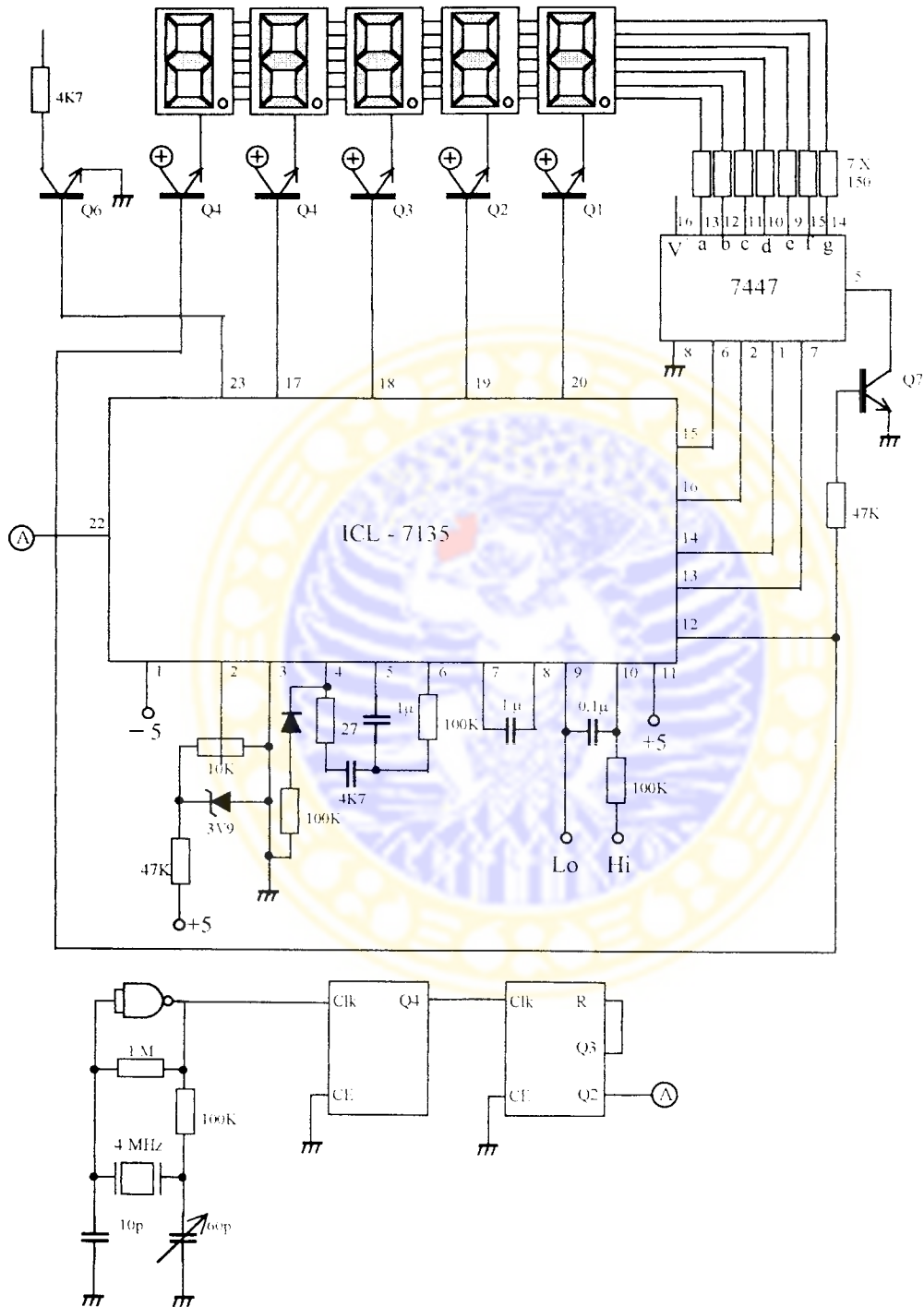
Gambar 12. Skema rangkaian elektronik suplay



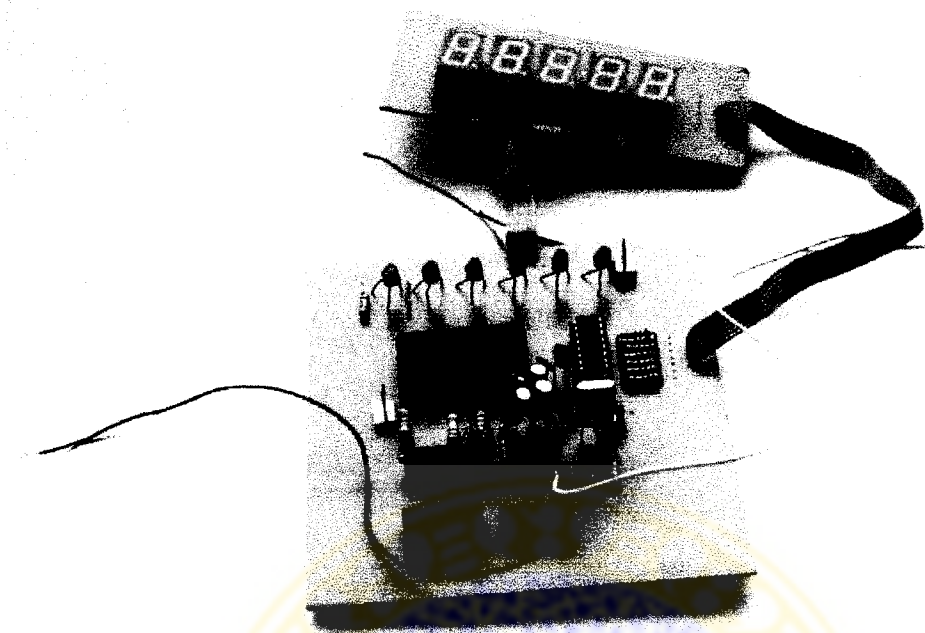
Gambar 13. Foto perangkat elektronik untuk suplay

5.6.3 Pembuatan rangkaian untuk pengolah sinyal dan display

Untuk pembuatan bagian pengolah sinyal dan display dari bensinmeter digital, skema rangkaian elektronik dan foto perangkatnya seperti tertera pada gambar 13 dan 14



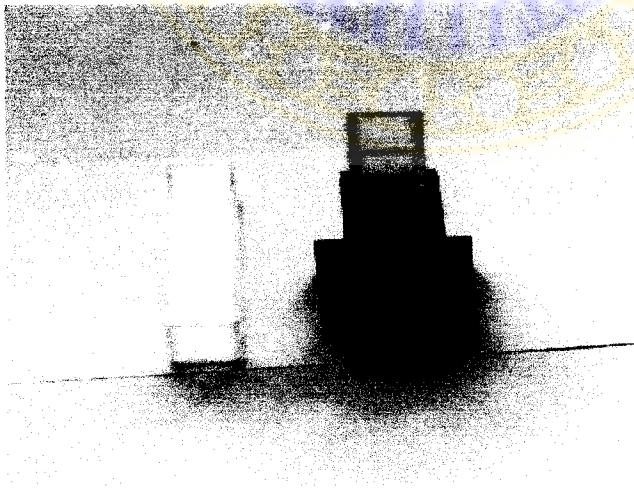
Gambar 13. Skema rangkaian elektronik untuk pengolah sinyal dan display



Gambar 15. Foto perangkat elektronik untuk pengolah sinyal dan display

5.6.4 Pembuatan kuvet dan pengembannya

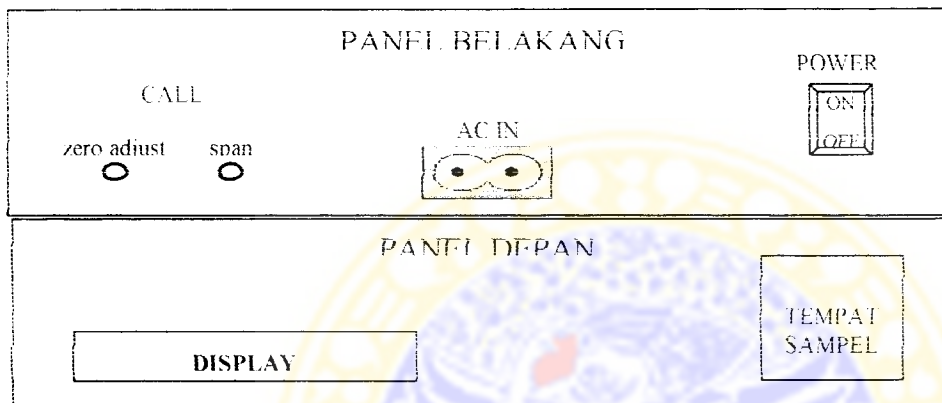
Untuk keperluan analisis, sampel harus ditempatkan pada tabung kaca berbentuk persegi empat yang lazim disebut kuvet. Bentuknya tidak boleh bulat, agar tidak terjadi pembiasan cahaya yang melewati sampel. Gambar kuvet beserta penyangganya seperti tertera pada gambar 16,



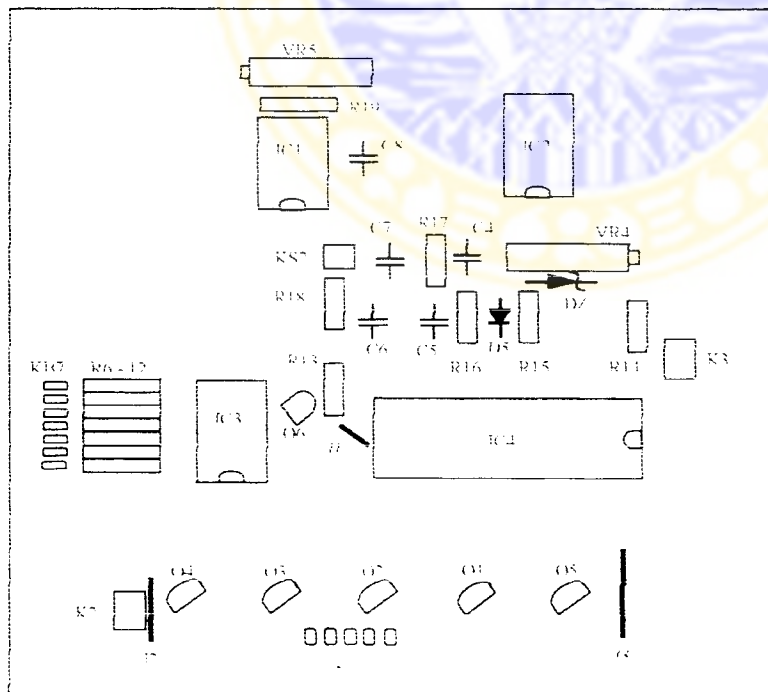
Gambar 16. Foto kuvet untuk tempat sampel yang akan dianalisis beserta penyangganya.

5.6.5 Penyusunan sistem secara utuh

Setelah masing-masing komponen elektronik yang dibutuhkan telah disiapkan dan teruji fungsinya, komponen-komponen tersebut dirangkai dan dimasukkan ke dalam kotak. Perancangan tata-letak komponen dan tata-jalur rangkaian elektronik disesuaikan dengan tata-letak panel alat. Hasil pembuatan Bensinmeter digital secara utuh dapat dilihat pada gambar 17, 18 dan 19,



Gambar 17. Tata-letak panel belakang dan depan alat



Gambar 18. Tata-letak panel komponen display



Gambar 19. Foto Bensinmeter digital hasil rakitan

5.7. Uji Kelayakan Bensinmeter

5.7.1. Uji Linearitas dan Kestabilan Alat

Uji linearitas yang dilakukan dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara nilai tampilan yang terbaca dengan variasi konsentrasi kerosin dalam bensin. Kalibrasi alat dilakukan dengan menyesuaikan nilai tampilan yang terbaca dengan konsentrasi bensin yang diukur. Variabel penyesuaian nilai tampilan dilakukan dengan mengatur tombol kalibrasi, yaitu VR2 dan VR3.

Kendala-kendalan yang terjadi selama proses perwujudan alat antara lain yang pertama adalah display 7-segmen tidak sempurna untuk semua digit. Setelah dilakukan simulasi tegangan, yaitu dengan cara memvariasi tegangan input rangkaian display. Kemudian dengan membandingkan antara display 7-segmen dan nilai yang ditunjukkan pada multimeter digital GDM-391. Dengan menukar jalur untuk input C dan D pada IC SN74LS247, display 7-segmen kembali normal.

Kendala yang kedua adalah display alat mengalami fluktuasi yang relatif besar. Setelah melalui proses pengecekan, fluktuasi display disebabkan oleh tegangan referensi yang mengalami fluktuasi. Untuk memperkecil terjadinya fluktuasi pada display, dilakukan dengan cara memperbesar arus yang mengalir pada diode referensi dengan memperkecil nilai resistensi pada R14

5.7.2. Pengukuran Kadar kerosin dengan Bensinmeter

Pada setiap konsentrasi sampel, dilakukan tiga kali pengukuran dan masing-masing pengukuran dilakukan pembacaan sebanyak lima kali. Hasil pembacaan tampilan alat, sebelum dan sesudah termodifikasi, ditunjukkan pada tabel 12 dan 13. Nilai konsentrasi kerosin dan konsentrasi bensin diperoleh dari perbandingan volume pencampuran bensin kerosin pada labuh ukur 100 ml.

Tabel 12. Data hasil pembacaan alat untuk berbagai kadar kerosin dalam bensin sebelum alat termodifikasi rangkaian elektroniknya.

Konsentrasi larutan standar (%)		Pengukuran Botol Ke-	Konsentrasi Bensin (%) Hasil Pembacaan Bensinmeter ke-					Konsentrasi rata-rata (%)	
Kerosin	Bensin		1	2	3	4	5	Bensin	Kerosin
0	100	1	100.70	100.54	100.22	100.14	100.02	100.42	-0.42
		2	100.43	100.75	100.34	100.05	100.23		
		3	100.50	100.56	100.91	100.25	100.74		
3	97	1	99.69	99.48	99.35	99.24	99.27	99.40	0.60
		2	99.19	99.53	99.10	99.60	99.04		
		3	99.32	99.40	99.50	99.71	99.38		
5	95	1	99.04	98.79	98.57	98.80	98.70	98.65	1.35
		2	98.70	98.47	98.37	98.64	98.73		
		3	98.74	98.53	98.77	98.63	98.33		
7	93	1	97.95	97.89	97.93	98.05	98.03	97.92	2.08
		2	97.90	97.92	98.02	97.93	97.96		
		3	97.96	98.06	97.87	97.77	97.60		
10	90	1	97.22	97.54	97.15	97.20	97.03	97.31	2.68
		2	97.27	97.20	97.37	97.63	97.71		
		3	97.11	97.06	97.36	97.30	97.46		

Catatan : Kadar kerosin = (100 – kadar bensin) %

Tabel 13. Data hasil pembacaan alat ukur setelah alat termodifikasi

Konsentrasi larutan standar (%)		Pengukuran Botol Ke-		Konsentrasi Bensin (%)				Konsentrasi rata-rata (%)	
Kerosin	Bensin		1	2	3	4	5	Bensin	Kerosin
0	100	1	100.5	99.89	100.56	100.47	100.25	100.19	-0.19
		2	100.4	100.06	100.35	100.23	100.09		
		3	100.2	99.82	99.89	100.17	99.78		
3	97	1	96.2	96.34	96.19	96.22	96.25	96.28	3.72
		2	96.3	96.31	96.29	96.3	96.27		
		3	96.3	96.24	96.40	96.28	96.26		
5	95	1	95.0	95.35	95.05	95.47	94.97	95.19	4.81
		2	95.1	94.88	95.16	95.25	95.48		
		3	94.9	95.40	95.13	95.30	95.20		
7	93	1	94.1	93.08	93.36	93.18	92.87	93.31	6.69
		2	93.4	93.24	92.89	93.39	93.09		
		3	93.2	92.93	93.36	93.35	94.06		
10	90	1	90.2	90.28	89.79	90.07	90.35	90.19	9.81
		2	90.3	90.54	90.21	89.88	90.36		
		3	90.1	90.13	90.37	90.2	89.89		

Data pada Tabel 12 dan 13 digunakan untuk uji kelayakan alat dipakai untuk pengukuran kadar kerosin dalam bensin.

5.7.3 Uji t untuk Konsentrasi Bensin dan Tampilan Alat

5.7.5.1 Uji t untuk alat yang belum termodifikasi

Untuk mengetahui apakah alat ini sudah layak dipakai untuk mengukur konsentrasi bensin yang dioplos dengan kerosin dilakukan *Paired Sample T Test* (uji t untuk dua sampel berpasangan) antara konsentrasi bensin dan tampilan. Hasil analisis uji t alat sebelum termodifikasiditunjukkan pada tabel 14.

Tabel 14. Data uji-t untuk dua sampel berpasangan

	Variabel 1	Variabel 2
Mean	95	98.75279999
Variance	14.5	1.495093618
Observation	5	5
Pearson Correlation	0.994439635	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	4	
T Stat	-3.233548265	
P (T≤t) one-tail	0.015934073	
T Critical one-tail	2.131846486	
P (T≤t) two-tail	0.031868146	
T Critical two-tail	2.776450856	

Dari tabel 14 nilai mean berarti bahwa konsentrasi bensin rata-rata adalah 95%, sedangkan keluaran dari alat adalah 98,75279999% , sedangkan Pearson Correlation bermakna nilai korelasi antara kedua variabel adalah sebesar 0,994439635.

Hipotesis : $H_0 : D = 0$ Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata populasi konsentrasi bensin dan tampilan adalah sama).

$H_1 : D \neq 0$ Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata populasi konsentrasi bensin dan tampilan adalah berbeda).

Karena t hitung (t stat) terletak di luar daerah H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa alat ini belum dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi bensin yang dioplos dengan kerosin.

5.7.5.1 Uji t untuk alat setelah termodifikasi

Hasil analisis uji t alat setelah termodifikasi ditunjukkan pada tabel 15.

Tabel 15. Data uji-t untuk dua sampel berpasangan

	Variable 1	Variable 2
Mean	95	95.03159999
Variance	14.5	13.64187094
Observations	5	5
Pearson Correlation	0.994070681	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-0.166606295	
P(T<=t) one-tail	0.437881323	
t Critical one-tail	2.131846486	
P(T<=t) two-tail	0.875762647	
t Critical two-tail	2.776450856	

Pada bagian pertama terlihat ringkasan statistik dari kedua variabel, yaitu untuk konsentrasi bensin, rata-ratanya adalah 95%, sedangkan tampilan, rata-ratanya adalah 95,03159999 %. Bagian kedua output adalah hasil korelasi antara kedua variabel yang menghasilkan angka 0,994070681.

Hipotesis : $H_0 : D = 0$ Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata populasi konsentrasi bensin dan tampilan adalah sama).

$H_1 : D \neq 0$ Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata populasi konsentrasi bensin dan tampilan adalah berbeda).

Karena t hitung (t stat) terletak di dalam daerah H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi bensin yang dioplos dengan kerosin.

5.8. Uji Validitas Alat

Untuk melihat validitas kelayakan alat tersebut dipakai untuk analisis, dilakukan beberapa parameter uji, yaitu : (a) uji kepekaan alat, (b) uji presisi, (c) uji akurasi dan (d) uji sensitivitas.

5.8.1. Uji Limit deteksi

Pengujian limit deteksi menggunakan rumus :

$$Y = Y_b + 3 S_b$$

Dengan : Y_b = intersep persamaan regresi dari korelasi antara kadar minyak tanah dalam bensin dengan kekeruhan yang terekam oleh Bensinmeter

S_b = simpangan baku dari blangko (bensin murni) yang terukur oleh Bensinmeter

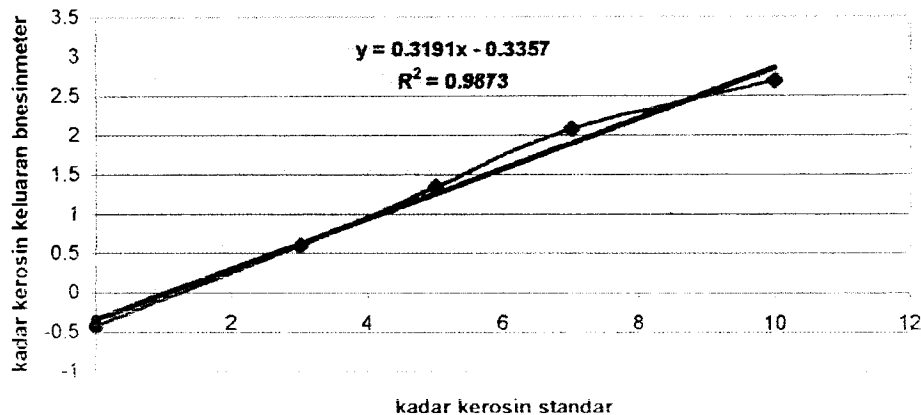
5.8.1.1 Uji limit deteksi Bensinmeter Digital Awal (belum termodifikasi)

Dilakukan pengukuran larutan standar bensin yang dicampur kerosin dengan berbagai variasi konsentrasi, menggunakan turbidimeter digital rakitan. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hubungan konsentrasi kerosin dalam bensin dengan kadar kerosin yang terukur oleh Bensinmeter digital termodifikasi (menggunakan Maker FR-02+)

Kadar kerosin Standar (x)	Keluaran Bensinmeter digital				Kadar kerosin $Y = (100-y_i)$
	Kadar bensin				
	y_1	y_2	y_3	y_4	
0 %	100,32	100,36	100,59	100,42	-0,42
3 %	99,44	99,29	99,46	99,40	0,60
5 %	98,78	98,58	98,60	98,65	1,35
7 %	97,97	97,95	97,85	97,92	2,08
10 %	97,23	97,43	97,26	97,31	2,69

Data dari table 16 jika dibuat grafik, diperoleh korelasi menurut persamaan $y = 0,3191x - 0,3357$ dengan nilai $R^2 = 0,9873$, seperti tertera pada gambar 19.



Gambar 20. Grafik hubungan antrara kadar kerosin standar dengan kadar kerosin *output* dari Bensinmeter digital belum dimodifikasi

Dari grafik pada gambar 20, harga Y_b adalah 0,3357. Untuk melengkapi data penentuan limit deteksi, perlu penentuan nilai simpangan baku blangko (bensin murni) sebagai barikut:

Tabel 17. Hasil pengukuran kadar bensin murni oleh **Bensinmeter digital** belum termodifikasi

Kadar bensin yang terbaca pada Bensinmeter					Data statistik		
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	$\sum Y$	Y_r	σ
100,43	100,75	100,34	100,05	100,23	501,80	100,36	0,26

Dari tabel 17 dapat diperoleh nilai simpangan baku (S_b) = 0,26

$$Y = Y_b + 3 S_b = 0,3357 + 3 \times 0,26 = 1,1357 \% \approx 1,14 \%$$

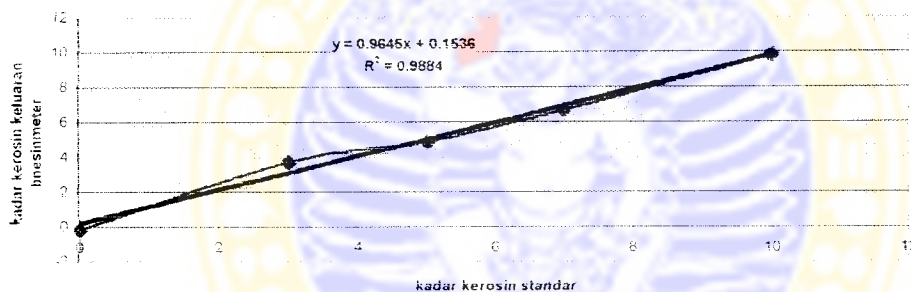
5.8.1.2 Uji limit deteksi Bensinmeter Digital Termodifikasi

Oleh karena bensinmeter rakitan awal memiliki nilai kepekaan yang masih besar (1,14 %), maka alat disenyempurnaan lewat modifikasi rangkaian elektroniknya. Selanjutnya dilakukan pengukuran larutan standar bensin yang dicampur kerosin dengan berbagai variasi konsentrasi, menggunakan turbidimeter digital rakitan termodifikasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 18,

Tabel 18. Hubungan konsentrasi kerosin dalam bensin dengan kadar kerosin yang terukur oleh Bensinmeter digital termodifikasi (menggunakan **Maker FR-02+**)

Kadar kerosin Standar (x)	Keluaran Bensinmeter digital				
	Kadar bensin				Kadar kerosin $Y = (100 - y_r)$
	y_1	y_2	y_3	y_r	
0 %	100,35	100,24	99,98	100,19	-0,19
3 %	96,24	96,30	96,30	96,28	3,720
5 %	95,19	919	95,19	95,19	4,81
7 %	93,34	93,21	93,39	93,31	6,69
10 %	90,15	90,28	91,15	90,19	9,81

Data dari table 18 jika dibuat grafik, diperoleh korelasi menurut persamaan $y = 0,9645x + 0,1536$ dengan nilai $R^2 = 0,9884$, seperti tertera pada gambar 21,



Gambar 21. Grafik hubungan antara kadar kerosin standar dengan kadar kerosin *output* dari Bensinmeter digital termodifikasi

Dari grafik pada gambar 21, harga Y_b adalah 0,1536. Untuk melengkapi data penentuan limit deteksi, perlu penentuan nilai simpangan baku blangko (bensin murni) sebagai berikut:

Tabel 19. Hasil pengukuran kadar bensin murni oleh **Bensinmeter digital**

Kadar bensin yang terbaca pada Bensinmeter					Data statistik		
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	ΣY	Y_r	σ
100,20	100,15	100,13	100,09	100,06	500,63	100,126	0,05413

Dari tabel 19 dapat diperoleh nilai simpangan baku (S_b) = 0,05413

$$Y - Y_b = 3 S_b = 0,1536 + 3 \times 0,05413 = 0,31599 \% \approx 0,32 \%$$

5.8.2. Uji Presisi Bensinmeter Digital

Presisi sebagai salah satu parameter validitas alat adalah menggunakan rumus

$$Pr = (100 - KV)$$

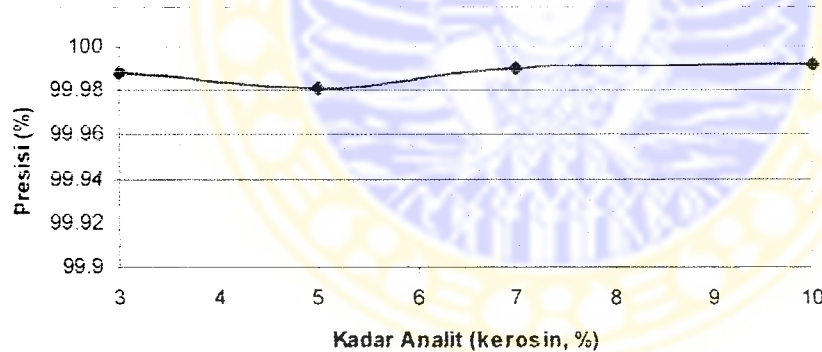
Di mana: KV = koefisien variasi

$$= \frac{\text{Simpangan baku}}{\text{konsentrasi analit}}$$

Tabel 20. Data untuk menghitung presisi Bensinmeter digital rakitan

Konsentrasi Analit (%)	Simpangan baku	KV	Presisi (100 - KV)
0,00	0,03214	-	-
3,00	0,03605	0,012016	99,987984
5,00	0,06429	0,012858	99,98142
7,00	0,06806	0,009722	99,990278
10,00	0,08060	0,008060	99,991940

Dari tabel 20, jikadibuat grafik diperoleh hasil seperti gambar 22,



Gambar 22. Grafik korelasi antara kadar analit dengan nilai presisi alat

Dari gambar 22 nampak bahwa nilai presisi alat cukup bagus, yakni mendekati harga 100%.

5.8.3. Uji Nilai Akurasi

Penentuan nilai akurasi menggunakan rumus :

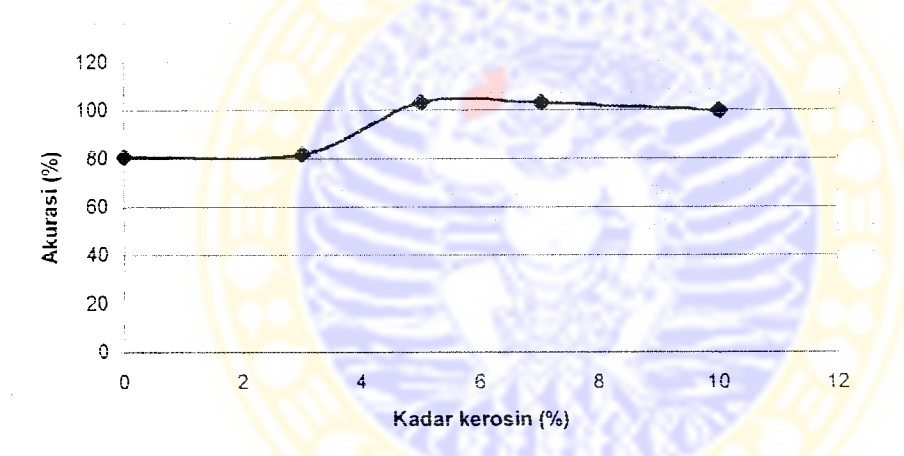
$$Ak = \frac{C_{\text{dn}}}{C_{\text{set}}} \times 100\%$$

Tabel 21. Data penentuan akurasi bensinmeter

No	Kadar Kerosin (= x, %)	C_{An} (*)	$C_{SRM}(**)$	Ak
01	0,00	0,1536	-0,19	80,8421
02	3,00	3,0471	3,720	81,9112
03	5,00	4,9761	4,81	103,4532
04	7,00	6,9051	6,69	103,2152
05	10,00	9,7986	9,81	99,8837

(*) $C_{An} = 0.9645 x + 0.1536$; (**) C_{SRM} = nilai rata-rata konsentrasi kerosin hasil pengukuran dengan Bensinmeter

Dari tabel 21, dapat dibuat grafik korelasi antara konsentrasi kerosin dengan nilai akurasi pengukuran dengan Bensinmeter.

**Gambar 23.** Grafik menyatakan nilai akurasi Bensinmeter

Dari gambar 23 nampak bahwa nilai akurasi bagus untuk konsentrasi kerosin di atas 5%, sedangkan di bawah 5% nilai akurasinya sedang.

5.8.4. Uji Sensitivitas alat

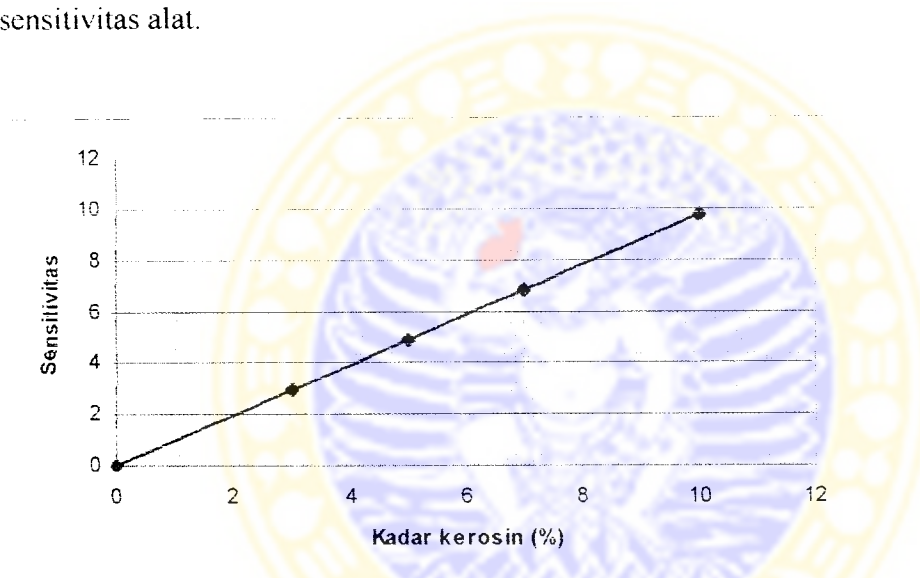
Pengukuran nilai sensitivitas alat menggunakan persamaan .

$$S = m C + S_b$$

Tabel 22. Data Penentuan nilai sensitivitas alat

No	Kadar Kerosin (C, %)	Simpangan baku (Sb)	Gradien (m)	Sensitivitas (S)
01	0,00	0,03214	0.9645	0,03214
02	3,00	0,03605	0.9645	2,92955
03	5,00	0,06429	0.9645	4,88679
04	7,00	0,06806	0.9645	6,81956
05	10,00	0,08060	0.9645	9,72560

Dari tabel 22 ,dapat dibuat grafik hubungan kadar kerosin dengan nilai sensitivitas alat.

**Gambar 24.** Grafik hubungan antara kadar kerosin dengan nilai sensitivitas Bensinmeter

Dari gambar 24 nampak bahwa nilai sensitivitas adalah sebanding dengan konsentrasi kerosin. Makin tinggi kadar kerosin makin besar pula nilai sensitivitas alat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Telah diperoleh tiga buah formulasi marker seperti tertera pada tabel 23,

Tabel 23. Tiga formulasi larutan marker untuk uji kemurnian bensin

No	Nama marker	Bahan penyusun	Angka banding (v/v)	Korelasi antara kadar m. tanah dengan turbiditas
01	FY-01	Heksanol:bensin:Brij-35	26 : 76 : 23	Tak ada data, karena mikroemulsinya terlalu pekat
02	FY-02	Heksanol: bensin: Brij-35	95 : 18 : 10	$y = 7.169x + 1391.1$ ($R^2 = 0.7021$)
03	FR-02+	Marker FR-02 : TEA	10 : 1	$y = 0,022 + 0,0171 x$ ($R^2 = 0.983$)

2. Larutan marker yang paling baik untuk uji kemurnian bensin menggunakan Bensinmeter digital adalah Marker FR-02+, karena memiliki korelasi yang sangat baik antara kadar kerosin dalam premium dengan kekeruhan.
3. Hasil uji t menunjukkan bahwa Bensinmeter digital temodifikasi layak dipakai untuk uji kemurnian bensin yang dioplos dengan kerosin
4. Bensinmeter digital hasil rakitan memiliki validitas sebagai berikut:
 - a. Limit deteksi bernilai sedang (0,32%),
 - b. Presisi bernilai tinggi ($\approx 99,99\%$)
 - c. Akurasi bernilai sedang untuk konsentrasi kerosin $< 5\%$ ($80 \pm 1\%$), bernilai tinggi untuk konsentrasi kerosin $> 5\%$ ($100 \pm 4\%$),
 - d. Nilai sensitivitas naik sebanding dengan konsentrasi kerosin dalam bensin

6.2 Saran

1. Nilai limit deteksi alat perlu ditingkatkan sampai mencapai $< 0,1\%$, agar validitas alat menjadi lebih baik,
2. Bensinmeter digital perlu dilengkapi dengan tombol kalibrasi suhu, karena hasil pengukuran peka terhadap perubahan suhu,
3. Bensinmeter digital perlu disempurnakan lagi menjadi PC-Bensinmeter, sehingga analisis dapat dikendalikan dengan lebih mudah lewat program komputer



7. DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1998, Penjualan solar Tanjung Perak indikator pengoplosan solar dengan minyak tanah, Surabaya Post, 5 Juni 1998
- Barton, A.F.M., 1983, *Handbook of solubility parameter and other cohesion parameters*, CRC Press, Florida
- Eccleston, G. M., 1992, *Emulsion*, In: **Encyclopedia of Pharmaceutical Technol.** Vol. 5 (J. Siwarbrick and J. Boylan eds.), Marcel Dekker Inc., New York, pp. 137-188
- Faidur, R., Suyanto dan Siswanto, I., 1996, Efek kerosin dalam premium terhadap emisi gas CO kendaraan bermotor, Lemlit Unair, Surabaya
- Faidur, R., 1996, Membedakan profil kromatogram antara bensin premium dengan kerosin menggunakan kromatografi gas, Lemlit Unair
- Faidur, R., 1998, Survei kadar kerosin dalam premium yang dijual di SPBU se Kodva Surabaya, Jawa Pos .Ed. 8 Januari 1998.
- Faidur, R., 1999, Pembuatan Kit Uji kemurnian bensin premium, Lemlit Unair, Surabaya,
- Faidur, R., 2001, Uji kestabilan larutan marker FR-01 dan pembuatan tabel koreksi suhu pengukuran kadar kerosin dalam bensin premium menggunakan **Kit Marker FR-01**, Prog. Percepatan Paten, Lemlit Unair
- Hildebrand, H.J., and R.L. Scott, 1950, *The Solubility of nonelectrolyts*, 3rd ed., Reinhold, New York.
- Hildebrand, H.J., J.M. Prusnitz and R.L. Scott, 1970, *Regular and related solution*, Van Nostrand Reinhold, Princeton.
- Hirwan, E., 1990, Konsumsi bahan bakar minyak sektor energi di Indonesia, **Lembaran publikasi Lemigas**, Jakarta.
- Jajfi, E., 1992, Perkembangan bahan bakar minyak dan upaya litbang di Indonesia dalam mengantisipasinya, **Lembaran Publikasi Lemigas**, jakarta.
- Kumeda, H and K. Nakamura, 1991, *Effect of salt on phase behaviour in water ionic surfactant Alcohol system*, **J. Phys Chem.**, **95**, 8861-8866,

- Maron, S.H. and J.B. Lando, 1974, *The phase rule, Fundamental of physical chemistry*, Mc. Millan Pub. Co., New York, p. 624-667,
- Matland, et al., 1987, *Intermolecular force, their origin and determination*, Oxford University Press, Oxford,
- Machlan, 1998, Rumuah-rumah pengoplos BBM di Kodya Surabaya, komunkasi pribadi,
- Mertani, B., 1987, Menyadap energi dari perut bumi, **Warta Caltex**, No. 12, Jakarta
- Obert, E.F., *Internal combustion Engine*, 3rd Ed., International Textbook Co., Scranton, Pa., p. 140,
- Parker, A.J. 1971, **Pure Appl. Chem.**, **25**, 345
- Prouvost, L. and G.A. Pope, 1986, *Modelling of phase behaviour for microemulsions used for enhanced oil recovery*, In: **Surfactant in Solution**, vol. 6 (K.L. Mittal ed.) Plenum Press , New York, pp. 473-487,
- Rechardt, C. and H.E. Gornet, 1983, **Liebigs Ann. Chem.**, 721.
- Riddick, J. A., W.B. Binger and T.K. Sakano, 1986, *Organic Solvent, Physical properties and methods of purification*, 4th Ed., (A. Weissberg ed.), Wiley Sci., New York,
- Sagitani, H. and Friberg, S., 1980, **J. Dispers. Sci. Technol**, **1**, 151-164
- Salanger, J.I., 1988, *Encyclopedia of emulsion technology*. (Bicher, P. ed) Marcel Dekker, New York, vol 3, pp 79,
- Schulman, J.H., W. Stoeckenius and L.M. Prince, 1959, **J. Phys. Chem.**, **63**,1677-1680
- Shinoda, K. and T. kaneko, 1988, **J. Dispersion Sci. Technol.**, **9**, 555.
- Shio, S., M. Harade and K. Matsumoto, 1991, *Phase equilibrium sodium bis (2-ethylhexyl) phosphate water n-heptane sodium chloride microemulsion*, **J. Phys. Chem.**, **95**, 7495,
- Smith, et al., 1991, **J. Phys. Chem.**, **95**, 1463-1466,
- Smith, E. F. and K. E. Paulsen, 1978, *Petroleum and prochemical analysis by Gas Chromatography*, In: **Encyclopedia of Chemical Technology** (Kirck and Othmer Eds.) Van Nostrand Inc., New York
- Subarjo, P., 1986, Pengaruh pencampuran kerosin terhadap solar, **Lembaran Publikasi Lemigas**, Jakarta No. 2, hal. 25-31.

- Subarjo, P., Desrina dan A. Yulianawati, 1989. Melacak bahan bakar minyak palsu dengan sistem marker. **Jurnal Ilmiah Publikasi Lemigas**, Jakarta, , No. 1, hal . 38-46,
- Tingey, J.M. , et al., 1991, **J. Phys. Chem.**, **95**, 1445-1448,
- Weast, R.C. and M.J. Astle, 1985. *Handbook data of organic compound*, vol. 1 and 2. CRC Press., Florida
- Wijoseno. K., 1987, Pengaruh kerosin dalam premium terhadap kompresi dan kerja mesin, **Warta Lemiga** ed. Agustus 1987
- Yuli Setiobudi, 1998. Terjadi perampasan jalur pengiriman BBM dari Depot Pertamina menuju SPBU, **Jawa Pos**, 12 dan 12 Januari 1998



PEMILIHAN SURFAKTAN UNTUK PEMBENTUKAN SISTEM MIKROEMULSI

Oleh :
BUDI SATRIO UTOMO
089911888



Menyetujui
Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing I

(Drs. Yusuf Svah,MS)
NIP 131 406 103

Dosen Pembimbing II

(Drs. Faidur Rochman,MS)
NIP 131 406 061

PEMILIHAN SURFAKTAN UNTUK PEMBENTUKAN SISTEM MIKROEMULSI

Budi Satrio Utomo

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memilih surfaktan terbaik dalam pembentukan system mikroemulsi. Sistem tersebut diperlukan untuk mendapatkan kekeruhan yang terukur dengan turbidimeter. Sistem mikroemulsi dapat terbentuk jika terdapat tiga komponen yaitu minyak, surfaktan dan kosurfaktan yang dicampurkan.

Surfaktan yang dipilih adalah yang memiliki nilai HLB berbeda. Dalam percobaan tersedia Brij-35, TEA dan EDTA. Untuk memilih satu dari ketiga surfaktan tersebut dilakukan pencampuran surfaktan dengan n-heksanol sebagai kosurfaktan dan bensin premium sebagai sampel minyak. Langkah awal pemilihan surfaktan adalah menetapkan angka banding terbaik dari ketiga komponen yang dicampur. Berdasarkan tingkat kekeruhan dan kestabilan mikroemulsi yang terbentuk, maka perbandingan surfaktan surfaktana:kosurfaktan: bensin = 1:5:1 (v/v). Langkah ke dua dilakukan variasi konsentrasi surfaktan, didapat kadar 1% dapat menghasilkan mikroemulsi dengan kekeruhan sedang dan relatif stabil. Langkah ke tiga adalah mengganti dan membandingkan hasil pencampuran ketiga jenis surfaktan. Maka surfaktan Brij-35 adalah yang paling cocok untuk pembentukan system mikroemulsi.

Hasil yang diperoleh didapatkan lewat kesetimbangan fasa cair-cair tiga komponen antara Brij-35 dengan n-heksanol dan bensin premium. Pada diagram fasa tersebut, didapat dua daerah mikroemulsi yaitu : mikroemulsi pekat pada konsentrasi Brij-35 yang tinggi dan mikroemulsi sedang pada konsentrasi Brij-35 rendah. Dari kedua daerah mikroemulsi itu dapat diperoleh titik-titik mikroemulsi, yang berguna untuk mendapatkan formula system mikroemulsi. Salah satu aplikasinya adalah pembuatan formula larutan marker untuk uji kuantitatif kadar kerosin dalam bensin premium.

PEMILIHAN KOSURFAKTAN UNTUK PEMBENTUKAN SISTEM MIKROEMULSI

Oleh:
Dondi Danantyocitro



Menyetujui
Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing I



(Drs. Faidur Rochman, MS.)
NIP. 131 406 061

Dosen Pembimbing II



(Drs. Yusuf Syah, MS.)
NIP. 131 406 103

PEMILIHAN KOSURFAKTAN UNTUK PEMBENTUKAN SISTEM MIKROEMULSI

Dondi Danantyocitro



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memilih kosurfaktan terbaik dalam pembentukan system mikroemulsi. Sistem tersebut diperlukan untuk mendapatkan kekeruhan yang terukur dengan turbidimeter. Sistem mikroemulsi dapat terbentuk jika terdapat tiga komponen yaitu minyak, surfaktan dan kosurfaktan yang dicampurkan.

Kosurfaktan yang lazim dipakai adalah jenis alkohol rantai lurus dengan jumlah atom C sedang. Dalam percobaan tersedia n-butanol, n-pentanol dan n-heksanol. Untuk memilih satu dari ketiga kosurfaktan tersebut dilakukan pencampuran kosurfaktan dengan Brij-35 sebagai surfaktan dan bensin premium sebagai sampel minyak. Langkah awal pemilihan kosurfaktan adalah menetapkan angka banding terbaik dari ketiga komponen yang dicampur. Berdasarkan tingkat kekeruhan dan kestabilan mikroemulsi yang terbentuk, maka perbandingan surfaktan:surfaktana:kosurfaktan: bensin = 1:5:1 (v/v). Langkah ke dua dilakukan variasi konsentrasi surfaktan, didapat kadar 1% dapat menghasilkan mikroemulsi dengan kekeruhan sedang dan relatif stabil. Langkah ke tiga adalah mengganti dan membandingkan hasil pencampuran ketiga jenis kosurfaktan. Maka kosurfaktan n-heksanol adalah yang paling cocok untuk pembentukan sistem mikroemulsi.

Hasil yang diperoleh didapatkan lewat kesetimbangan fasa cair-cair tiga komponen antara Brij-35 dengan n-heksanol dan bensin premium. Pada diagram fasa tersebut, didapat dua daerah mikroemulsi yaitu : mikroemulsi pekat pada konsentrasi heksanol yang kecil dan mikroemulsi sedang pada konsentrasi n-heksanol yang besar. Dari kedua daerah mikroemulsi itu dapat diperoleh titik-titik mikroemulsi, yang berguna untuk mendapatkan formula sistem mikroemulsi, yang dalam hal ini adalah formula larutan marker untuk uji kuantitatif kadar kerosin dalam bensin premium.

UJI VALIDITAS BENSINMETER DIGITAL UNTUK MELACAK PEMALSUAN BENSIN

Oleh :
MUHAMMAD AMIRUDIN
089911948



Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faidur", is written over the text "Dosen Pembimbing I".

(Drs. Faidur Rochman,MS)
NIP 131 406 061

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Yusuf", is written over the text "Dosen Pembimbing II".

(Drs. Yusuf Syah,MS)
NIP 131 406 103

UJI VALIDITAS BENSINMETER DIGITAL UNTUK MELACAK PEMALSUAN BENSIN

Muhammad Amiruddin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat ketelitian Bensinmeter digital hasil rakitan yang dipergunakan untuk menentukan kadar kerosin dalam bensin premium. Bensin murni sebagai standar diperoleh dari Depo Pertamina UPDN V, Jl. Perak Barat Surabaya, sebanyak lima kali sampling.

Analisis kadar kerosin dalam bensin menggunakan alat tersebut dilakukan dengan cara mencampur sampel bensin dengan larutan marker yang dikembangkan oleh peneliti sebelumnya. Tersedia tiga formulasi marker yaitu Marker FY-01, FY-02 dan FR-02+. Setelah dilakukan uji linearitas, maka marker FR-02+ adalah yang paling baik untuk analisis dengan Bensinmeter digital.

Hasilnya didapat bahwa Bensinmeter digital hasil rakitan, memiliki validitas sebagai berikut: (a) limit deteksi bernilai sedang (0,32%), (b) presisi bernilai tinggi ($\approx 99,99\%$), (C) Akurasi bernilai sedang untuk konsentrasi kerosin $< 5\%$ ($80 \pm 1\%$), bernilai tinggi untuk konsentrasi kerosin $> 5\%$ ($100 \pm 4\%$), (d) Nilai sensitivitas naik sebanding dengan konsentrasi kerosin dalam bensin.

Kata kunci: validitas alat, pengoplosan bhm

Husni Kurnia Nurhasim, 2004, **Pembuatan Turbidimeter Digital untuk Analisis Sistem Mikroemulsi**. Skripsi ini di bawah bimbingan Drs. Muzakki dan Drs. Faidur Rochman, MS. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan turbidimeter digital untuk pengukuran tingkat kekeruhan sistem mikroemulsi dalam bensin yang dioplos kerosin. Metode tes berat jenis dengan menggunakan areometer untuk mengukur konsentrasi kerosin dalam bensin kurang efisien karena waktu yang dibutuhkan relatif lama. Alat ini bekerja berdasarkan tingkat kekeruhan, absorpsi dan dispersi cahaya oleh sampel mikroemulsi. LED warna hijau digunakan sebagai sumber cahaya dan LDR sebagai detektor. Dari data eksperimen diperoleh bahwa alat ini mampu mendeteksi perubahan nilai konsentrasi kerosin dalam bensin meskipun belum bisa menunjukkan nilai yang sebenarnya. Kelemahan ini diduga disebabkan oleh *span* atau penguatan pada rangkaian sensor kurang besar. Hubungan antara konsentrasi bensin terukur (display alat) terhadap konsentrasi kerosin memenuhi persamaan regresi $T = -0,319 K + 100,349$ dengan $R^2 = 0,9889$ dan ketelitian hasil pengukuran yang dicapai adalah 0,03 %.

Kata kunci : mikroemulsi, kekeruhan, LED, LDR