Studi pemetaan kualitas batu gamping bukit tui kota padang panjang menggunakan XRF dan XRD untuk memenuhi *requirement* industri

Riam Marlina A^{1)*}, Afni Nelvi²⁾

¹²Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, Jln. Prof. Dr. Hamka No. 121 Tabing, Padang, Indonesia

riammarlina@sttind.ac.id *, afninelvi@sttind.ac.id

ABSTRAK

Bukit Tui adalah bukit batu gamping (*limestone*) atau bukit kapur yang berjajar di selatan Kota Padang Panjang. Letaknya berada antara Kelurahan Rao-Rao hingga Tanah Hitam. Kawasan Bukit Tui dengan luas area pertambangan lokal (APL) ± 329 Ha dan sumber daya batu gamping sejumlah 6.144.663.609 ton ($\rho = 2,4$ ton/ m^3). Penambangan batu gamping atau batu kapur di Kawasan Bukit Tui masih dilakukan secara tradisional dengan skala kecil begitu juga pemanfaatannya, saat ini batu kapur hanya digunakan untuk kapur tohor dan tambak udang. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan unsur dan mineral dari batu gamping di Bukit Tui guna memenuhi *requirement* industri serta untuk membuat peta penyebaran kualitas batu gamping di Bukit Tui Kota Padang Panjang. Metode penelitian dilakukan dengan pengumpulan data primer berupa koordinat pengambilan sampel dan Sampel batu gamping. Sampel batu gamping diambil dari 8 titik koordinat. Sampel batu gamping yang telah diambil kemudian diamati sifat fisika dan kimianya. Sifat fisika dan kimia dari batugamping diperoleh dengan cara melakukan uji XRF dan uji XRD. Dari hasil XRF, batu gamping Bukit Tui menunjukkan termasuk jenis kalsium dengan kemurnian tinggi yang tersusun dari unsur Ca (97,92%), unsur Ag (0,7%), unsur Al (0,3%) dan Si (0,1%) sedangkan hasil XRD menunjukkan batu gamping Bukit Tui didominasi oleh senyawa CaO (97,34%), P_2O_5 (0,95%), Ag_2O (0,627%) dan Al_2O_3 (0,504%). Dari hasil XRD dan standar penggunaan batu kapur menurut beberapa *requirement* industri maka batu gamping Bukit Tui bisa dimanfaatkan untuk industri baja, industri kaca, industri semen, industri gula, bata silika dan kokas.

Kata kunci: XRF, XRD, Batugamping, Bukit tui, Padang Panjang

ABSTRACT

Bukit Tui is a limestone hill that lines the south of Padang Panjang City. It is located between Rao-Rao Village and Tanah Hitam. Bukit Tui area with a local mining area (APL) of ± 329 Ha and limestone resources of 6,144,663,609 tons ($\rho = 2.4$ tons/ m^3). Limestone mining in the Bukit Tui area is still done traditionally on a small scale as well as its utilization, currently limestone is only used for quicklime and shrimp ponds. The purpose of this study was to analyze the elemental and mineral content of limestone in Bukit Tui in order to meet industrial requirements and to create a distribution map of the quality of limestone in Bukit Tui, Padang Panjang City. The research method was carried out by collecting primary data in the form of coordinates for sampling and limestone samples. Limestone samples were taken from 8 coordinate points. Limestone samples that have been taken are then observed for their physical and chemical properties. Physical and chemical properties of limestone were obtained by conducting XRF and XRD tests. From the XRF results, the limestone of Bukit Tui shows that it is a type of high purity calcium composed of Ca (97.92%), Ag (0.7%), Al (0.3%) and Si (0.1). % while XRD results show that Bukit Tui limestone is dominated by CaO (97.34%), P_2O_5 (0.95%), Ag_2O (0.627%) and Al_2O_3 (0.504%). From its elements and compounds, Bukit Tui limestone can be used for the steel industry, glass industry, cement industry, sugar industry, silica brick and coke.

Keywords: XRF, XRD, limestone, Bukit Tui, Padang Panjang

diunggah: September 2021, direvisi: November 2021, diterima: Desember 2021, dipublikasi: Desember 2021

Copyright (c) 2021 Riam Marlina A, Afni Nelvi
This is an open access article under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Kawasan Bukit Tui Kota Padang Panjang berada sebelah utara Bukit Jarat dengan luas ± 865 Ha, terdiri dari kawasan hutan lindung ± 536 Ha dan area pertambangan lokal (APL) ± 329 Ha. Untuk wilayah administrasi Kota Padang Panjang, sebaran batu gamping ini berada di bukit barisan yang berbatasan dengan wilayah Kabupaten Tanah Datar dan sebagian Padang Pariaman. Sebaran sumberdaya batu gamping pada wilayah administrasi Kota Padang Panjang dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini. Dari hasil perhitungan dengan metode garis kontur pada daerah batasan perhitungan sumberdaya seluas 818 Ha, maka didapatkan sumberdaya batu gamping sejumlah 6.144.663.609 ton ($\rho = 2,4 \text{ ton/ m}^3$). Sumberdaya ini ditutupi oleh tanah penutup dengan volume $10.298.870 \text{ m}^3$. Perhitungan dilakukan dengan membuat garis kontur dengan interval 25 m pada batas perhitungan elevasi 700-1375 m. Secara Administratif sebaran sumberdaya ini berada pada dua daerah, yaitu: Kota Padang Panjang dan Kabupaten Tanah Datar (ESDM, 2015).

Gambar 1. Sebaran sumberdaya batu gamping kota padang panjang
(Sumber: BP3D Kota Padang Panjang, 2019)

Meskipun memiliki sumberdaya yang besar, tetapi penambangan batu gamping di Kawasan Bukit Tui masih dilakukan secara tradisional dengan skala kecil. Untuk pemasaran, para pelaku usaha industri batu kapur di Kawasan Bukit Tui belum memiliki target pemasaran yang pasti dan produk yang dipasarkan hanya berupa kapur tohor dan kalsium karbonat giling. Kapur tohor digunakan sebagai perekat dalam adukan semen, pemutih pada tembok dan tambak udang. Pelaku usaha industri batu kapur hanya bergantung kepada konsumen yang memesan tanpa ada kontrak atau ikatan apapun sehingga masih bernilai ekonomis rendah. Hal ini dikarenakan pelaku industri tidak mengetahui kualitas batu gamping yang sesuai dengan *requirement* Industri. Padahal masih banyak kegunaan dari campuran batu gamping dalam *requirement* industri besar, tentu dengan mengetahui karakteristik unsur dan senyawa batu gamping tersebut, industri yang juga memanfaatkan batu gamping adalah industri manufaktur baja, metalurgi, industri gula, industri kertas, industri karet, industri semen dengan standar yang ditetapkan.

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran pada pelaku industri tentang kualitas batu kapur sesuai dengan *requirement* industri serta pemetaan kualitas batu gamping. Informasi mengenai kandungan unsur yang terkandung dalam batugamping, dapat diperoleh dengan menggunakan karakterisasi X-Ray *Fluorescence* (XRF) sedangkan kualitas batu gamping serta karakterisasi dan mineral yang terkandung dalam batugamping diperoleh dengan menggunakan X-Ray *Diffraction* (XRD). XRF merupakan salah satu instrumen yang umumnya digunakan sebagai uji pendahuluan suatu material untuk mengetahui kandungan

Batu gamping (batu kapur) atau *limestone* sering terbentuk di perairan laut dangkal. Batu gamping kebanyakan merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi cangkang, karang, alga, dan pecahan-pecahan sisa organisme. Batu gamping juga dapat menjadi batuan sedimen kimia yang terbentuk oleh pengendapan kalsium karbonat dari air danau ataupun air laut. Pada industri semen, fondasi jalan dan rumah batu kapur bisa langsung digunakan, sedangkan untuk produk industri diperlukan pengolahan terlebih dahulu misalnya dengan pembakaran. Cara ini dimaksudkan untuk memperoleh kapur tohor (CaO), kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dan gas CO . Dalam peleburan dan pemurnian besi atau logam lainnya, batu gamping/dolomit berfungsi sebagai imbuhan pada tanur tinggi. Bijih besi mengandung silika dan alumina sebagai unsur tambahan serta dalam proses peleburan unsur-unsur tersebut bersenyawa dengan bahan pengimbuhan berupa terak cair (seng) yang mengapung di atas lelehan besi, sehingga mudah dipisahkan. Disamping itu, CaO dalam batu gamping harus berkadar tinggi, hal itu diperlukan untuk mengikat gas-gas seperti SO_2 dan H_2S . Gambar 2 dibawah ini merupakan pemanfaatan umum batu kapur dan proses pengolahan serta jenis yang dibutuhkan dalam *requirement* industri (Garinas, 2019).

(Sumber: BGS dalam Garinas, 2019)

Tabel 1. Kemurnian batu kapur menurut standar *british geological survey* (BGS)

<i>Limestone classification</i>	CaO (wt %)	CaCO ₃ (wt %)	MgO (wt %)	SiO ₂ (wt %)	Fe ₂ O ₃ (wt %)
100% limestone	56.03	100.0			
Very high purity	>55.2	>98.5	<0.8	<0.2	<0.05
High purity	54.3 – 55.2	97.0 – 98.5	<1.0	<0.6	<0.1
Medium purity	52.4 – 54.3	93.5 – 97.0	<3.0	<1.0	<1.0
Low purity	47.6 – 52.4	85.0 – 93.5	>3.0	<2.0	>0.1

(Sumber: Garinas, 2019)

Tabel 2. Standar kualitas batu kapur menurut *requirement* industri

No	Parameter	Kadar (%)					
		Industri Baja	Industri Kaca	Industri Semen	Industri Gula	Bata Silika	Karbit
1	CaO	>51.0	55.8	50 – 55	55	90	92
2	SiO ₂	<1.2	0.96	-	0.1	-	2
3	Al ₂ O ₃	<0.9	0.14	0.95	0.1	-	1
4	MgO	-	0.15	2	0.4	4.5	1.75
5	Fe ₂ O ₃	-	0.04	2.47	-	1.5	1
6	P	-	-	-	-	-	0.02
7	CO ₂	-	-	-	-	55.8	-
8	Kadar Air	<5	-	40			-

METODE

Jenis penelitian pada penelitian ini adaah penelitian kuantitatif. Pengumpulan data pada penelitian ini dimulai dengan melakukan pengambilan sampel primer batu gamping di beberapa titik di wilayah Bukit Tui Kota Padang Panjang. Sampel yang diambil sebanyak 8 titik dengan lokasi Rao-rao, Koto Panjang, Tanah Hitam, Kampung Manggis dan Sungai Andok. Nama titik dan koordinat pengambilan sampel ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Nama dan koordinat titik sampel

No.	Bujur Timur			Lintang Selatan		
SRM 01	100°	21'	17.05"	0°	28'	41.7"
SRM 02	100°	24'	19.84"	0°	28'	48.21"
SRM 03	100°	24'	21.06"	0°	28'	42.9"
SRM 04	100°	23'	2.34"	0°	28'	36.20"
SRM 05	100°	23'	26.44"	0°	28'	28,12"
SRM 06	100°	24'	2.70"	0°	28'	19.07"
SRM 07	100°	24'	5.49"	0°	28'	22.97"
SRM 08	100°	24'	8.50"	0°	28'	24.40"

Kemudian penanganan sampel batu gamping dilakukan dengan prosedur seperti pada Gambar 3 dibawah ini.

Gambar 3. Prosedur eksperimen XRF dan XRD

Preparasi sampel Batu Gamping dilakukan di Laboratorium Tambang Universitas Negeri Padang untuk dilakukan proses pemilahan, penghalusan dan penggerusan menggunakan mortal, *jawcrusher* dan *grinder* hingga menjadi bubuk batu gamping dengan ukuran 250µm yang siap diuji dengan instrumen XRD dan XRF. Kegiatan penyiapan sampel

batuan (preparasi sampel) dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini. Sedangkan Uji X-Ray Fluorescence (XRF) dilakukan di laboratorium Fisika dan X-Ray Diffraction (XRD) dilakukan di Laboratorium Penelitian Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Gambar 4. Preparasi sampel batu gamping

Analisa data dilakukan setelah hasil senyawa yang didapat dari metode XRD didapat kemudian dianalisis dengan menggunakan standar penggunaan batu kapur menurut beberapa *requirement* industri, sedangkan unsur yang didapat dari XRF digunakan untuk pembuatan peta penyebaran batu gamping di Bukit Tui.

Gambaran kemuktahiran penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.

Gambar 5. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan unsur dari sampel Batu Gamping Bukit Tui dari pengujian instrumen XRF memperlihatkan dominan unsur Kalsium (Ca) sebanyak 97,92%, kemudian diikuti unsur perak (Ag) sebanyak 0,7%, Aluminium (Al) sebanyak 0,3% dan Silikon (Si) sebanyak 0,1% seperti di sajikan pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Komposisi unsur batu gamping bukit tui

No	SRM 01		SRM 02		SRM 03		SRM 04		SRM 05		SRM 06		SRM 07		SRM 08	
	Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%
1	Al	0,311	Al	0,311	Al	0,433	Al	0,599	Al	0,599	Al	0,311	Al	0,311	Al	0,311
2	Si	0,137	Si	0,137	Si	0,323	Si	0,713	Si	0,713	Si	0,137	Si	0,137	Si	0,137
3	P	0,47	P	0,47	P	0,469	P	0,509	P	0,509	P	0,47	P	0,47	P	0,47
4	Cl	0	Cl	0	Cl	0,017	Cl	0,001	Cl	0,001	Cl	0	Cl	0	Cl	0
5	Ca	97,92	Ca	97,92	K	0	Ca	97,1	Ca	97,1	Ca	97,92	Ca	97,92	Ca	97,92
6	Ti	0,005	Ti	0,005	Ca	97,04	Ti	0,02	Ti	0,02	Ti	0,005	Ti	0,005	Ti	0,005
7	Mn	0,003	Mn	0,003	Ti	0,026	V	0,006	V	0,006	Mn	0,003	Mn	0,003	Mn	0,003
8	Fe	0,18	Fe	0,18	V	0,002	Mn	0,004	Mn	0,004	Fe	0,18	Fe	0,18	Fe	0,18
9	Zn	0,011	Zn	0,011	Mn	0,007	Fe	0,147	Fe	0,147	Zn	0,011	Zn	0,011	Zn	0,011
10	Sr	0,071	Sr	0,071	Fe	0,263	Zn	0,007	Zn	0,007	Sr	0,071	Sr	0,071	Sr	0,071
11	Zr	0,002	Zr	0,002	Zn	0,04	Sr	0,119	Sr	0,119	Zr	0,002	Zr	0,002	Zr	0,002
12	Ag	0,794	Ag	0,794	Sr	0,073	Zr	0,002	Zr	0,002	Ag	0,794	Ag	0,794	Ag	0,794
13	Cd	0,068	Cd	0,068	Zr	0,002	Ag	0,667	Ag	0,667	Cd	0,068	Cd	0,068	Cd	0,068
14	Ba	0,023	Ba	0,023	Ag	0,55	Cd	0,108	Cd	0,108	Ba	0,023	Ba	0,023	Ba	0,023
15	Sm	0	Sm	0	Cd	0	Nd	0	Nd	0	Sm	0	Sm	0	Sm	0
16	Re	0,001	Re	0,001	In	0,708	Sm	0	Sm	0	Re	0,001	Re	0,001	Re	0,001
17					Ba	0,013	Eu	0	Eu	0						
18					Sm	0	Re	0	Re	0						
19					Eu	0										
20					Lu	0,037										
21					Re	0										

Sedangkan senyawa yang terkandung pada Batu Gamping Bukit Tui terbanyak kalsium oksida (CaO) sebanyak 97,34%, difosfor pentoksida (P₂O₅) sebanyak 0,95%, Perak oksida (Ag₂O) sebanyak 0,627% dan Aluminium oksida (Al₂O₃) sebanyak 0,504% untuk lebih rinci dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Komposisi senyawa batu gamping bukit tui

No	SRM 01		SRM 02		SRM 03		SRM 04		SRM 05		SRM 06		SRM 07		SRM 08							
	Senyawa	%	Senyawa	%	Senyawa	%	Senyawa	%	Senyawa	%	Senyawa	%	Senyawa	%	Senyawa	%						
1	Al2O3	0,504	Al2O3	0,504	Al2O3	0,698	Al2O3	0,971	Al2O3	0,971	Al2O3	0,504	Al2O3	0,504	Al2O3	0,504						
2	SiO2	0,25	SiO2	0,25	SiO2	0,587	SiO2	1,301	SiO2	1,301	SiO2	0,25	SiO2	0,25	SiO2	0,25						
3	P2O5	0,915	P2O5	0,915	P2O5	0,905	P2O5	0,977	P2O5	0,977	P2O5	0,915	P2O5	0,915	P2O5	0,915						
4	CaO	97,34	CaO	97,34	K2O	0	CaO	95,84	CaO	95,84	CaO	97,34	CaO	97,34	CaO	97,34						
5	TiO2	0,006	TiO2	0,006	CaO	96,3	TiO2	0,022	TiO2	0,022	TiO2	0,006	TiO2	0,006	TiO2	0,006						
6	MnO	0,002	MnO	0,002	TiO2	0,029	V2O5	0,007	V2O5	0,007	MnO	0,002	MnO	0,002	MnO	0,002						
7	Fe2O3	0,167	Fe2O3	0,167	V2O5	0,002	MnO	0,003	MnO	0,003	Fe2O3	0,167	Fe2O3	0,167	Fe2O3	0,167						
8	ZnO	0,009	ZnO	0,009	MnO	0,006	Fe2O3	0,135	Fe2O3	0,135	ZnO	0,009	ZnO	0,009	ZnO	0,009						
9	SrO	0,055	SrO	0,055	Fe2O3	0,244	ZnO	0,006	ZnO	0,006	SrO	0,055	SrO	0,055	SrO	0,055						
10	ZrO2	0,001	ZrO2	0,001	ZnO	0,033	SrO	0,09	SrO	0,09	ZrO2	0,001	ZrO2	0,001	ZrO2	0,001						
11	Ag2O	0,677	Ag2O	0,677	SrO	0,056	ZrO2	0,002	ZrO2	0,002	Ag2O	0,677	Ag2O	0,677	Ag2O	0,677						
12	CdO	0,055	CdO	0,055	ZrO2	0,002	Ag2O	0,54	Ag2O	0,54	CdO	0,055	CdO	0,055	CdO	0,055						
13	BaO	0,016	BaO	0,016	Ag2O	0,46	CdO	0,105	CdO	0,105	BaO	0,016	BaO	0,016	BaO	0,016						
14	Sm2O3	0	Sm2O3	0	CdO	0	Nd2O3	0	Nd2O3	0	Sm2O3	0	Sm2O3	0	Sm2O3	0						
15	Cl	0	Cl	0	In2O3	0,626	Sm2O3	0	Sm2O3	0	Cl	0	Cl	0	Cl	0						
16	Re	0,001	Re	0,001	BaO	0,009	Eu2O3	0	Eu2O3	0	Re	0,001	Re	0,001	Re	0,001						
17					Sm2O3	0	Cl	0,001	Cl	0,001												
18					Eu2O3	0	Re	0	Re	0												
19					Lu2O3	0,025																
20					Cl	0,014																
21					Re	0																

Adapun hasil pengukuran XRD diperlihatkan pada Gambar 6, hasil analisis menunjukkan bahwa didominasi oleh satu unsur kristal yaitu kalsit atau senyawa kalsium karbonat (CaCO₃).

Gambar 6. Spektrum XRD dari sampel batu gamping

Dari komposisi analisis XRF dan XRD maka batu gamping Bukit Tui dapat memenuhi syarat untuk dimanfaatkan untuk industri baja, industri kaca, industri semen, industri gula, bata silika dan kokas, seperti yang terlihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Parameter pemanfaatan batu kapur bukit tui untuk *requirement* industri

No	Parameter	Kadar (%)												
		Bukit Tui	Ind.Baja		Ind. Kaca		Ind. Semen		Ind. Gula		Bata Silika		Karbit	
1	CaO	97.4	>51.0	v	55.8	v	50 – 55	v	55	v	90	v	92	v
2	SiO ₂	0.25 – 0.5	<1.2	v	0.96	x	-	-	0.1	v	-	-	2	x
3	Al ₂ O ₃	0.5 – 0.9	<0.9	v	0.14	v	0.95	v	0.1	v	-	-	1	v
4	MgO	-	-	-	0.15	x	2	x	0.4	x	4.5	x	1.75	x
5	Fe ₂ O ₃	0.167	-	-	0.04	v	2.47	V	-	-	1.5	v	1	v
6	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	x
7	P ₂ O ₅	0.915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.8	x	-	-
9	Ag ₂ O	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Kadar Air		<5	v	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-

Peta Topografi dan Peta Penyebaran Mineral Bukit Tui dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 dibawah ini.

Gambar 7. Peta topografi bukit tui

Gambar 8. Peta sebaran mineral bukit tui

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa:

1. Kandungan unsur yang dimiliki oleh batu gamping Bukit Tui berdasarkan pengujian dengan metode XRF menunjukkan didominasi oleh unsur Ca (97,92%) kemudian juga mengandung unsur Ag (0,7%), unsur Al (0,3%) dan Si (0,1%) sedangkan dari pengujian dengan metode XRD menunjukkan didominasi oleh senyawa CaO (97,34%), P_2O_5 (0,95%), Ag_2O (0,627%) dan Al_2O_3 (0,504%). Dari nilai XRD dan standar penggunaan batu kapur menurut beberapa *requirement* industri maka batu gamping Bukit Tui bisa dimanfaatkan pada industri baja, industri kaca, industri semen, industri gula, bata silika dan kokas.
2. Sedangkan kandungan unsur yang diperoleh dari XRF digunakan untuk pembuatan peta penyebaran mineral batu gamping di Bukit Tui.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, N. F., Baqiya, M. A., & Darminto. 2012. Pengaruh Penambahan Larutan $MgCl_2$ Pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat Berbahan Dasar Batu Kapur Dengan Metode Arbonasi. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 1 No. 1.
- Arif, S & Jamarun, N. 2009. Studi Pembentukan Precipitated Calcium Carbonate (pcc) Dari Batu Kapur Alam Sumatera Barat. Ringkasan dan Summary no. 120, 1-2.
- Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Padang Panjang. 2019. Kajian Peluang dan Potensi Industri Kapur di Kota Padang Panjang.

- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral. 2015. Laporan Inventarisasi Potensi Batukapur Bukit Jarat Lintas Kota Padang Panjang dan Kabupaten Tanah Datar Provinsi Sumatera Barat.
- Garinas, Wahyu. 2019. Karakteristik Batu Kapur Dalam Negeri Untuk Bahan Baku Pendukung Pengolahan Bijih Besi/Baja. *Prosiding TPT XXVIII PERHAPI*, (online), 33-38, (<http://prosiding.perhapi.or.id/index.php/prosiding/article/view/47/115>) diakses 19 Agustus 2019.
- Munasir, dkk. 2012. Uji XRD dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai sumber Material Cerdas (CaCO_3 dan SiO_2). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. Vol. 2. No.1.