



## ANALISIS RADIOGENIC HEAT PRODUCTION (RHP) DARI SEBARAN BATU GRANIT DI PULAU BANGKA

Melly Sukmawati<sup>1,\*</sup>, Rahmat Nawi Siregar, S.Pd., M.Sc.<sup>1</sup>, Dr. Eng. Alamta Singarimbun, M.Si.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, 35365, Lampung, Indonesia

<sup>2</sup> Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No.10, Lb. Siliwangi, Kecamatan Coblong, Kota Bandung 40132, Indonesia

\*E-mail korespondensi: [melly.11116009@student.itera.ac.id](mailto:melly.11116009@student.itera.ac.id)

### Info Artikel:

Dikirim:

30 Januari 2020

Revisi:

28 Februari 2020

Diterima:

3 April 2020

### Kata Kunci:

Bangka Island;  
Potassium;  
Radiogenic; RHP;  
Thorium;  
Uranium

### Abstract

*Radiogenic is a non-volanic earth heat system caused by decay by radioactive elements. The spread of radiogenic areas is quite a lot in bangka island with the discovery of radioactive elements in the mineral content of monasit in the granite rock of bangka island. The study used secondary data from the X-Ray Fluorescence (XRF) analysis of 32 samples from granite boulders on bangka island. This research aims to determine the spread of uranium, thorium, potassium and radiogenic heat production (RHP) elements from bangka island granite stone samples as well as correlation between heat production and bangka island rock life. The spread of uranium and thorium elements tends to be in the areas of pangkal pinang, bangka tengah and bangka selatan, with distribution value of 121,596-681 ppm and 116,566-247 ppm, respectively. As for the spread of potassium elements spread in bangka barat and belinyu area with a spread value of 3,090- 3,790 %. The value of heat production in bangka island is quite high, with the dominant spread in pangkal pinang. In addition, the correlation of heat production and the rock life of bangka island indicates no correlation between the two.*

## **PENDAHULUAN**

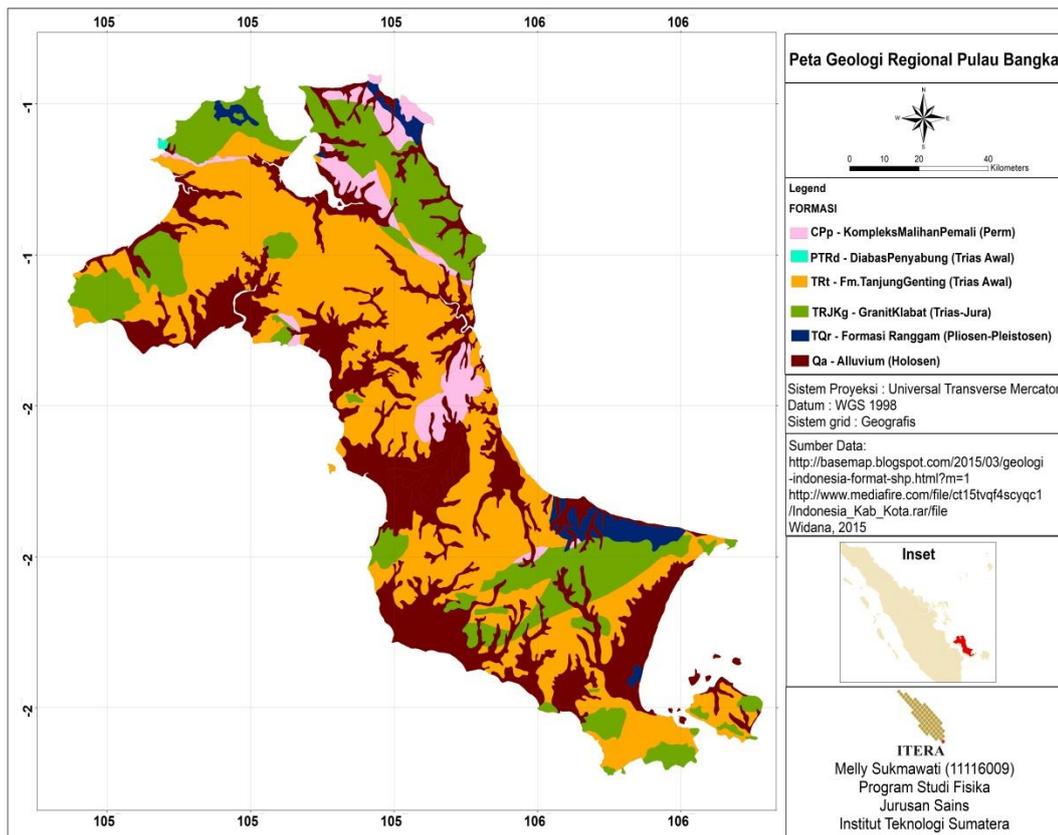
Panas bumi merupakan sumber daya alam yang cukup potensial di Indonesia yaitu yang mencapai sekitar 28 GWe. Potensial panas bumi di Indonesia tersusun atas beberapa tipe sistem panas yaitu sistem panas bumi vulkanik, sistem panas bumi vulkano tektonik dan sistem panas bumi non-vulkanik [1]. Sistem panas bumi non-vulkanik merupakan sistem panas bumi yang tidak memiliki kontak langsung dengan sistem vulkanisme dan umumnya memiliki temperatur rendah [2]. Daerah sebaran sistem panas bumi non-vulkanik dengan sistem radiogenik di Indonesia bagian Barat umumnya tersebar di bagian Timur paparan Sunda, umumnya terdapat di daerah Pulau Bangka [1]. Radiogenik di Pulau Bangka umumnya diakibatkan oleh adanya singkapan batu granit yang mengandung mineral monasit. Sedangkan di Indonesia umumnya mineral monasit yang memiliki kandungan unsur radioaktif yang menyebabkan panas bumi, seperti uranium, thorium, dan potasium, banyak ditemukan pada batu granit [3]. Panas yang berasal dari batu granit mengindikasikan adanya aktivitas unsur radioaktif yang menjadi penyedia sumber panas pada sistem panas bumi Pulau Bangka.

## **DASAR TEORI**

### **Daerah Penelitian**

Pulau Bangka merupakan salah satu pulau yang sebagian besar berupa daratan rendah, lembah dan sebagian kecil pegunungan dan perbukitan [4]. Geologi Pulau Bangka dibagi ke dalam dua peta geologi lembar Bangka Selatan dan Bangka Utara. Pulau Bangka terdiri atas beberapa urutan formasi batuan penyusunnya yaitu batupasir, granit, serta endapan permukaan. Urutan formasi batuan yang terdapat di Pulau Bangka, yaitu Formasi batuan tertua yang tersingkap di Pulau Bangka berasal dari Kompleks Pemali (C<sub>Pp</sub>) yang memiliki umur Perm, yang terdiri atas kompleks malihan Pemali dengan susunan batuan filit, sekis, dan kuarsit yang tertutup oleh Diabas Penyabung (P<sub>TRd</sub>) dengan umur Perm sampai Trias.

Selanjutnya, batuan dengan umur Paleozoikum tersebut ditimpa oleh formasi Tanjunggending (T<sub>Rt</sub>) yang berumur Trias dan tersusun atas perselingan batupasir malihan, batupasir, batupasir lempung, dan batulempung dengan lensa batugamping dan disertai terbentuknya batuan terobosan granit Klabat (T<sub>RJkg</sub>) dengan umur Trias hingga Jura. Formasi batuan tersebut ditimpa dengan tidak selaras oleh formasi Ranggalam (T<sub>Qr</sub>) dengan umur Plio sampai Plistosen yang terdiri atas perselingan batupasir, batulempung, tufaan dengan sisipan tipis batulanau dan bahan organik. Formasi-formasi tersebut kemudian ditimpa oleh aluvium (Q<sub>a</sub>) yang tersusun atas bongkah, kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut [4][5][6].



Gambar 1. Peta geologi Pulau Bangka.

### Laju Produksi Panas

Sistem panas bumi di Pulau Bangka umumnya diakibatkan oleh adanya batuan intrusi yang panasnya telah berkurang namun masih menyimpan panas. Sedangkan panas bumi yang dihasilkan oleh intrusi granit bisa saja berasal dari proses peluruhan unsur radioaktif. Intrusi batu granit yang terdapat di Pulau Bangka diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas peluruhan radioaktif yang berperan sebagai sumber panas [7][8]. Hal ini didukung oleh ditemukannya monasit pada batu granit Pulau Bangka. Monasit adalah mineral yang memiliki kandungan unsur radioaktif, seperti uranium ataupun thorium.

Di Indonesia sendiri umumnya potensi uranium dan thorium ditemukan dalam mineral monasit. Secara geologi mineral monasit terbentuk pada batu granit tipe S, batupasir, dan endapan aluvium. Salah satunya yaitu di Pulau Bangka, terdapat cukup banyak singkapan batu granit, seperti granit Menumbing, granit Pelangas, granit Jebus, granit Pemali, granit Mangol, granit Bebuluh, dan granit Gadung. Penyebaran dari batu granit-granit tersebut cukup luas sehingga dianggap sebagai granit potensial thorium dan uranium. Granit tipe S dianggap sebagai sumber monasit sedangkan aluvium hasil rombakannya dianggap sebagai tempat terakumulasinya monasit. Mineral monasit memiliki kandungan thorium sebesar 2,5%, alanit sebesar 0,1-2%, dan zirkon sebesar 0,4% [9][10]. Berdasarkan data unsur radioaktif tersebut dapat digunakan untuk mencari besaran nilai panas radioaktif yang dihasilkan oleh batu granit menggunakan formulasi yang telah ditemukan oleh Rybach (1988) yaitu: [5][11][12]

$$Q = 10^{-5} \rho (9,52 C_u + 2,56 C_{th} + 3,48 C_k) \mu W m^{-3} \quad (1)$$

dimana,  $C_u$  adalah kandungan uranium,  $C_{th}$  adalah kandungan thorium,  $C_k$  adalah kandungan potassium dalam satuan ppm, dan  $\rho$  adalah densitas batuan dalam  $kg\ m^{-3}$ .

Fenomena panas yang disebabkan oleh unsur radioaktif merupakan energi yang dihasilkan oleh peluruhan inti atom yang tidak stabil. Peluruhan inti atom yang tidak stabil akan memancarkan radiasi sehingga inti atom akan menjadi stabil. Ketika radiasi partikel diterima oleh materi akan terjadi penyerapan energi dari radiasi ke materi, energi tersebut akan diubah menjadi bentuk lainnya dan akhirnya akan menjadi panas. Energi panas peluruhan merupakan energi yang dilepaskan saat peluruhan radioaktif dan merupakan hasil dari efek radiasi partikel yang diubah menjadi pergerakan atom (energi kinetik). Panas tersebut menjadi sumber energi panas bumi di dalam bumi yang dihasilkan dalam kurun waktu yang cukup lama dan dari proses pembentukan lempeng bumi. Unsur radioaktif isotop yang memiliki kontribusi utama dari energi panas bumi tersebut adalah uranium, thorium dan potassium [13].

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan analisis Data Sekunder (ADS). ADS merupakan suatu metode dengan memanfaatkan data sekunder sebagai sumber data. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder hasil dari uji *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada batu granitoid di Pulau Bangka. Data kemudian diolah menggunakan formulasi Rybach serta melakukan analisis melalui visualisasi dengan *software* OriginPro 9. Untuk pembuatan peta sebaran dari data-data tersebut menggunakan Arcgis 10.5. Sumber data diperoleh berdasarkan penelitian terdahulu, adapun sumber data yang diperoleh antara lain:

1. Data hasil pengujian XRF batu granit Pulau Bangka pada penelitian unsur jejak granitoid tahun 2015, yang dilakukan di BATAN, Serpong.
2. Data hasil pengujian XRF batu granit Pulau Bangka yang dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Negeri Padang.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Sebaran Uranium, Thorium dan Potassium**

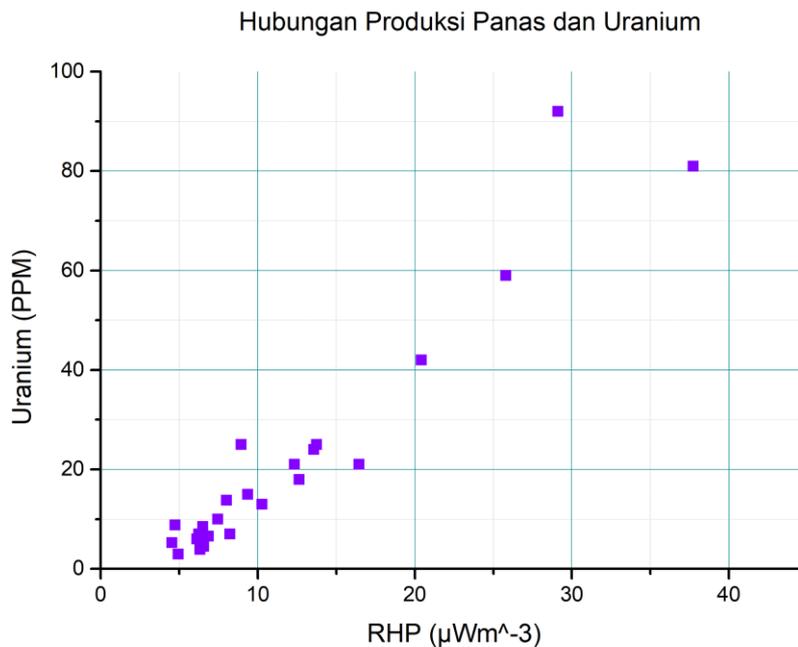
Hasil uji XRF yang telah dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur radioaktif pada 32 sampel batu granit di Pulau Bangka ditunjukkan pada tabel 1. Pengambilan sampel dilakukan di Bangka Selatan (BS) dengan 2 sampel, Bangka Tengah (BATENG) dengan 4 sampel, Belinyu (BLN) dengan 9 sampel, Bangka Barat (BABAR) dengan 8 sampel, Nyelanding (NY) dengan 5 sampel dan Pangkal Pinang (PKP) dengan 4 sampel sehingga jumlah sampel berkisar 32 sampel. Pengujian XRF pada 32 sampel dilakukan guna mengetahui kandungan unsur pada batu granit Pulau Bangka, khususnya unsur radioaktif seperti uranium, thorium dan potassium. Kandungan konsentrasi dari unsur radioaktif seperti uranium, thorium dan potassium yang terdapat di batu granit Pulau Bangka dapat digunakan untuk mencari besar produksi panas (RHP) yang dihasilkan dengan memakai formulasi Rybach (persamaan 1). Dengan menggunakan formulasi Rybach serta memasukan nilai konsentrasi dari unsur radioaktif maka diperoleh nilai RHP tertinggi adalah  $192,239\ \mu Wm^{-3}$  pada sampel PKP/10B. Hal tersebut disebabkan oleh nilai uranium dan thorium yang tinggi. Untuk nilai RHP terendah yang diperoleh adalah  $3,77\ \mu Wm^{-3}$  pada sampel BLN/245B serta nilai rata-rata dari RHP batu granit di Pulau Bangka yaitu sebesar  $22,73\ \mu Wm^{-3}$ .

**Tabel 1. Unsur uranium, thorium, potassium dan nilai rhp pada batu granit di pulau bangka.**

Nama Sampel	U	Th	K	RHP	HGU
-------------	---	----	---	-----	-----

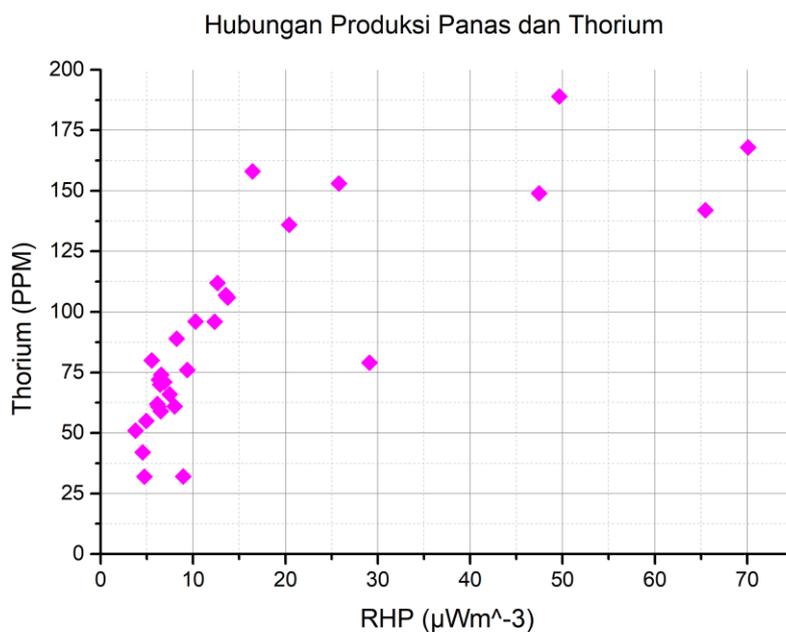
	(ppm)	(ppm)	(%)	( $\mu\text{Wm}^{-3}$ )	( $1/0,42 \mu\text{Wm}^{-3}$ )
H3 NY-B4	142	189	0,957	49,65	118,22
H3 NY-B5	59	153	0,545	25,79	61,41
H3 NY-B3 (I)	42	136	2,249	20,41	48,59
H3 NY-B2	81	241	2,593	37,72	89,81
H3 NY-BI	25	32	3,177	8,94	21,28
3 APR/BS	5,2	70	2,69	6,43	15,30
4A/BS	4,5	74	3,03	6,56	15,61
BATENG/254p	144	149	1,53	47,46	112,99
BATENG/254m	227	168	1,47	70,10	166,90
BATENG/281	24	107		13,56	32,30
BATENG/308		80		5,53	13,17
PKP/1	25	106		13,75	32,74
PKP/2	21	158	1,34	16,44	39,15
PKP/006	216	142	1,44	65,47	155,88
PKP/10B	681	247	1,31	192,24	457,71
BLN/4	6,6	71	2,77	6,86	16,34
BLN/134	13,8	61	2,59	8,01	19,06
BLN/205	7	61	2,35	6,24	14,85
BLN/231B	5,3	42	2,93	4,54	10,81
BLN/236A	92	79		29,11	69,31
BLN/240A	3,9	72	3,55	6,31	15,03
BLN/244A	8,8	32	2,77	4,73	11,27
BLN/245A	8,5	59	2,59	6,51	15,49
BLN/245B		51	2,64	3,77	8,98
BABAR/1	21	96	3,30	12,34	29,39
BABAR/2	13	96	3,04	10,26	24,43
BABAR/4	15	76	2,76	9,37	22,30
BABAR/5	7	89	2,91	8,22	19,58
BABAR/6	10	66	3,46	7,46	17,76
BABAR/7	18	112	2,88	12,64	30,09
BABAR/8	6	62	3,15	6,12	14,58
BABAR/9	3	55	3,79	4,93	11,74

Besarnya nilai produksi panas yang dihasilkan bergantung pada kontribusi antara unsur-unsur radioaktif. Unsur radioaktif yang terdapat pada batu granit meluruh dan menghasilkan panas yang terakumulasi sehingga unsur-unsur tersebut menjadi faktor terpenting tentang keberadaan sistem panas non-vulkanik radiogenik di Pulau Bangka. Kandungan uranium memiliki hubungan yang linear dengan produksi panas (RHP), dimana semakin tinggi nilai konsentrasi uranium maka semakin besar pula nilai produksi panas yang dihasilkan (gambar 2). Hal tersebut juga terjadi pada kontribusi thorium dengan hasil produksi panas, dimana semakin tinggi nilai konsentrasi thorium maka produksi panas yang dihasilkan akan meningkat atau semakin besar (gambar 3).



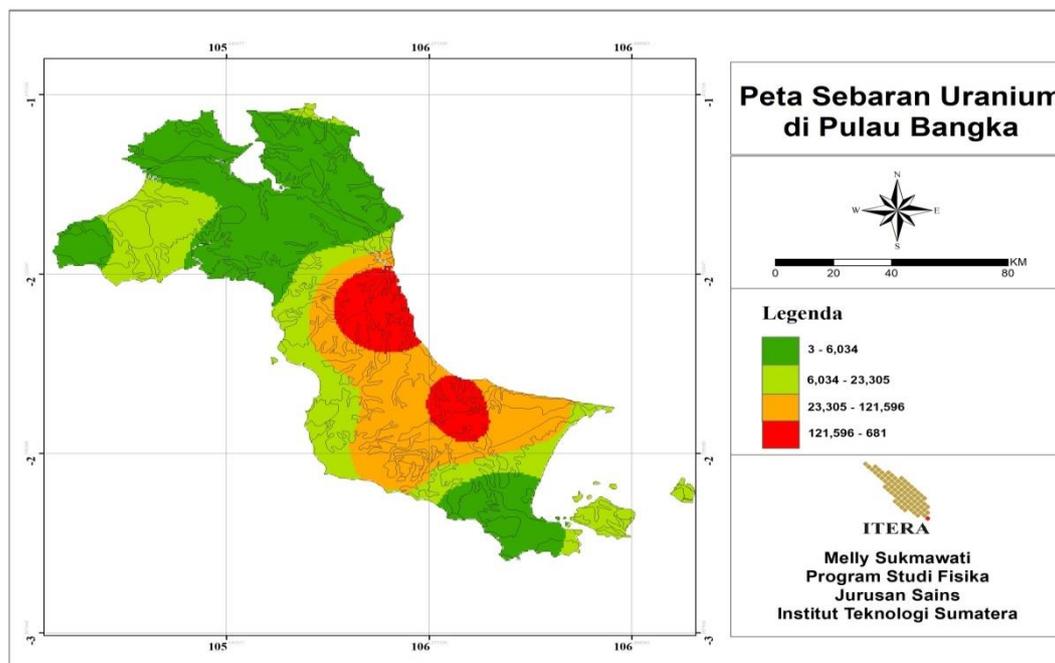
**Gambar 2. Hubungan produksi panas dan uranium.**

Pada gambar 2 menunjukkan grafik hubungan antara konsentrasi uranium pada batu granit dan produksi panas yang dihasilkan di Pulau Bangka. Pada grafik tersebut menunjukkan sebaran dominan berkisar pada daerah nilai RHP 5-20 dan nilai uranium 1-25. Pada grafik juga menunjukkan hubungan antara konsentrasi uranium dan produksi panas yang linear, dimana semakin besar nilai uranium maka semakin besar pula produksi panas yang diperoleh.



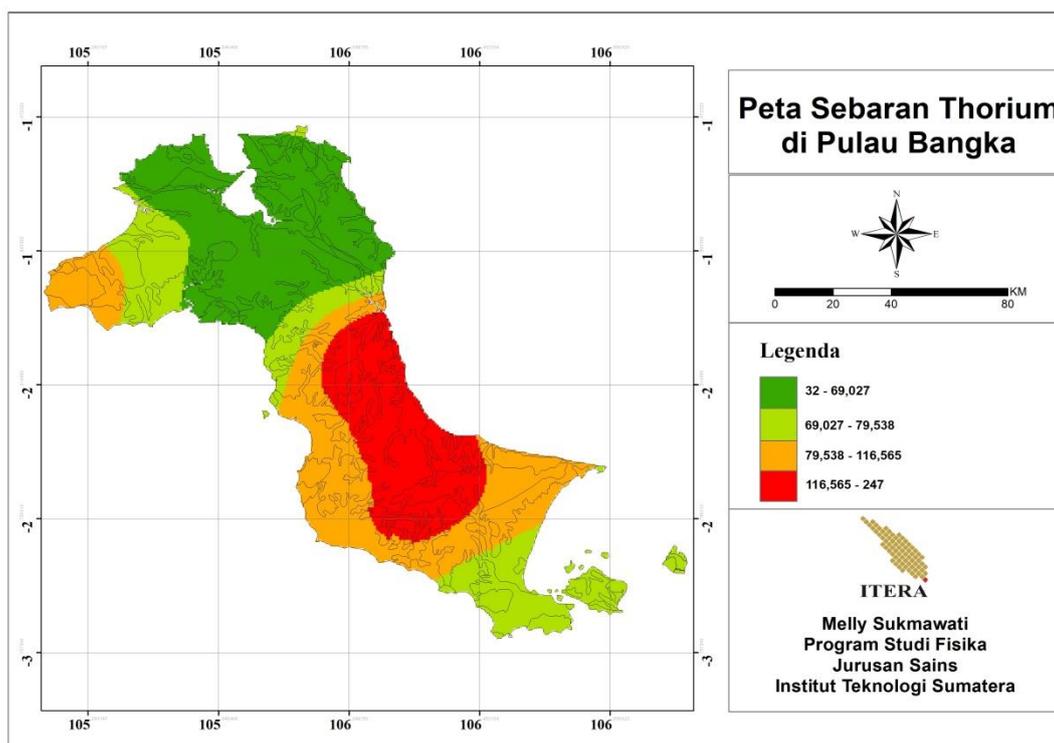
**Gambar 3. Hubungan produksi panas dan thorium.**

Kandungan thorium mempunyai korelasi dengan produksi panas yang dihasilkan oleh batu granit sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 3. Grafik di atas menunjukkan produksi panas yang dominan di daerah nilai 4 -15 dan pada daerah thorium dengan nilai 25 - 125. Hal ini menyebabkan pengumpulan produksi panas pada awal grafik walaupun grafik cukup menunjukkan hubungan yang cukup linear. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya nilai thorium pada nilai  $\pm 125$  namun nilai produksi panas berada pada nilai  $\pm 12$ , yang artinya penambahan nilai produksi panas tidak cukup signifikan atau tidak sebesar penambahan nilai thorium dengan kata lain penambahan nilai produksi panas hanya bertambah sedikit.



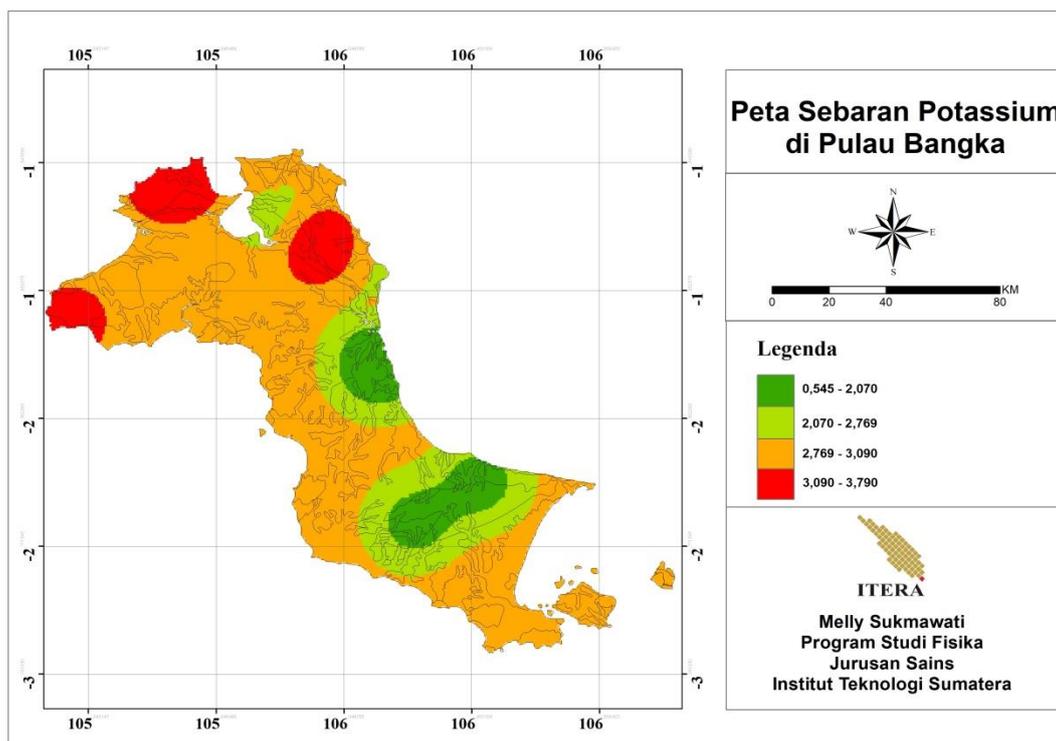
**Gambar 4. Sebaran uranium (dalam ppm) pada batu granit di Pulau Bangka.**

Pada gambar 4 menampilkan persebaran unsur uranium yang terkandung pada batu granit Pulau Bangka. Pada peta tersebut dapat dilihat bahwa persebaran uranium cukup tinggi pada daerah Pangkal Pinang, Bangka Tengah dan Bangka Selatan dengan sebaran nilai cukup tinggi yaitu berkisar pada 23,305 – 121,596 ppm ditunjukkan dengan warna jingga, dan nilai tertinggi yang berkisar pada 121,596 – 681 ppm ditunjukkan dengan warna merah. Persebaran nilai uranium cukup merata hal ini dapat dilihat dari persebaran warna-warna pada peta yang memenuhi dengan rentan nilai yang berbeda-beda, tidak dominan ada satu warna atau skala nilai. Hal tersebut yang menjadi salah satu indikasi bahwa produksi panas di Pulau Bangka cukup tinggi dikarenakan batu granit yang memiliki kandungan uranium cukup tinggi.



**Gambar 5. Sebaran thorium ( dalam ppm) pada batu granit di Pulau Bangka.**

Berdasarkan hasil pengukuran XRF, didapatkan bahwa konsentrasi thorium tertinggi berada di bagian tengah Pulau Bangka sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5. Peta tersebut menunjukkan sebaran thorium cukup tinggi dengan rentang nilai yaitu berkisar pada 79,538 – 116,565 ppm ditunjukkan dengan warna jingga dan cukup dominan dengan nilai tertinggi dengan kisaran nilai 116,565 – 247 ppm ditunjukkan dengan warna merah di daerah Pangkal Pinang, Bangka Tengah dan Bangka Selatan. Serta terdapat tentan nilai yang cukup tinggi pada daerah penelitian di Bangka Barat yang ditunjukkan dengan warna jingga di ujung Pulau. Kandungan unsur thorium pada batu granit di Pulau Bangka cukup tinggi hal ini dapat dilihat pada peta yang menunjukkan persebaran nilai dengan skala tinggi cukup dominan. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa di Pulau Bangka cukup memungkinkan untuk eksplorasi thorium.



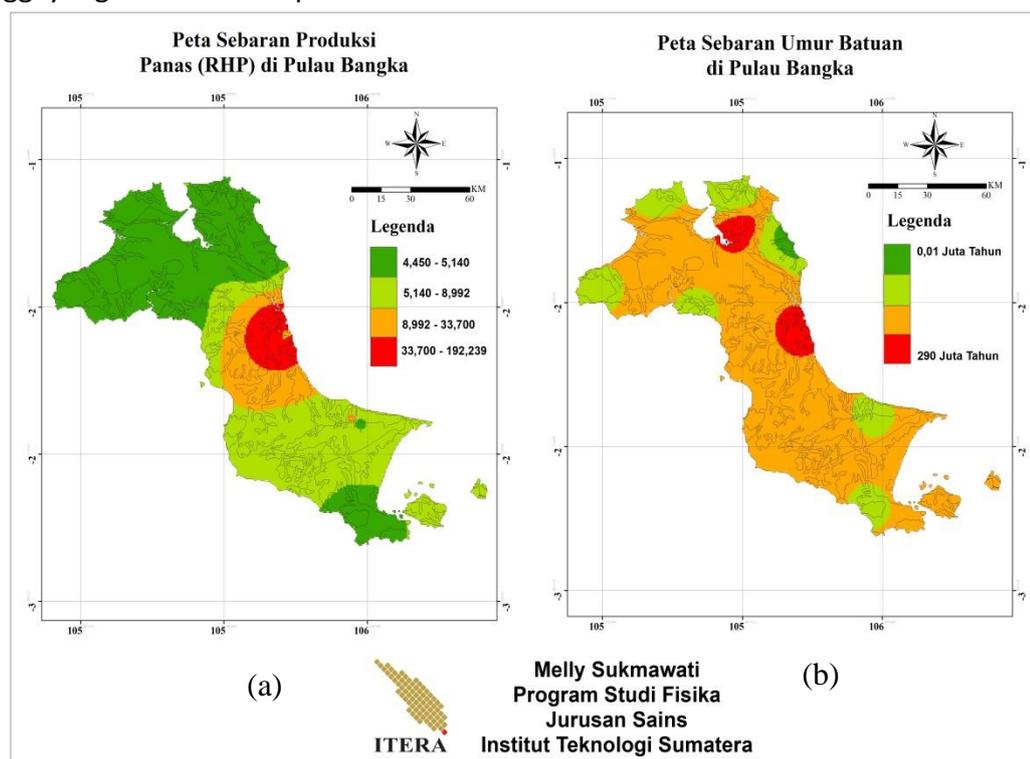
**Gambar 6. Sebaran potassium (dalam %) pada batu granit di Pulau Bangka.**

Setelah mengetahui sebaran uranium dan thorium di Pulau Bangka, kandungan potassium tersebar merata dengan konsentrasi sebesar 2,769 – 3,090 % sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6. Pada peta tersebut terlihat bahwa daerah Bangka Barat dan Belinyu memiliki nilai yang tinggi dengan rentan nilai 3,090 – 3,790 % ditunjukkan dengan warna merah dibandingkan daerah Bangka lainnya. Untuk nilai sebaran potassium di Pulau Bangka sendiri cukup tinggi dengan rentan nilai yaitu 2,769 – 3,090 % atau warna jingga yang dominan pada peta. Hal ini ditunjukkan pada peta yang menunjukkan persebaran dengan skala nilai cukup tinggi atau warna jingga hampir tersebar di seluruh pulau. Pada daerah Bangka Selatan dan Pangkal Pinang dimana merupakan daerah dengan nilai uranium dan thorium yang tinggi namun pada persebaran potassium memiliki nilai rendah yaitu berkisar ada nilai 0,545 – 2,070 % atau ditunjukkan dengan warna hijau. Sebaliknya pada daerah Bangka Barat dengan unsur uranium dan thorium rendah didapatkan nilai potassium yang tinggi.

### Hubungan Produksi Panas dan Umur Batuan

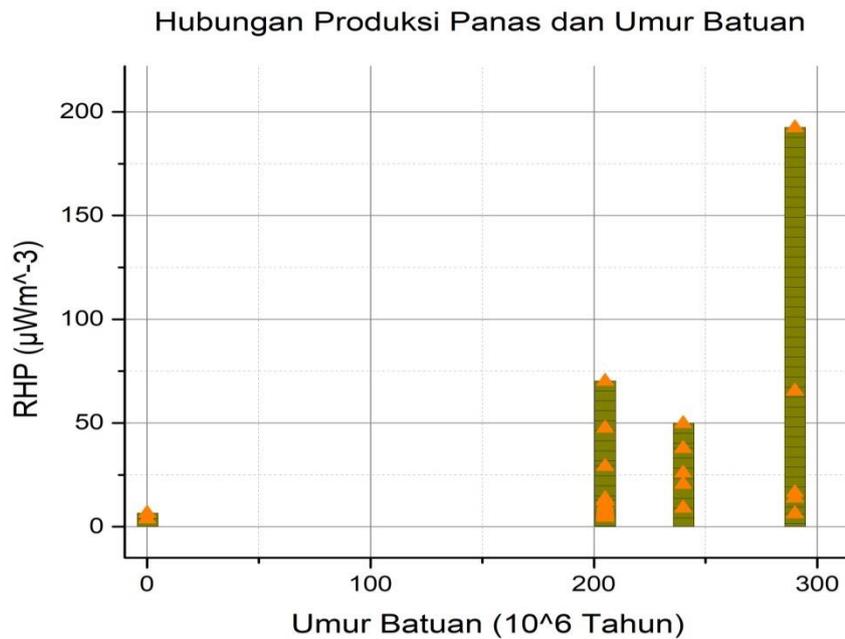
Formasi batuan penyusun Pulau Bangka terdiri atas formasi batuan tertua yaitu Kompleks Pemali dengan usia Perem atau sekitar 290 juta tahun yang lalu. Formasi selanjutnya yaitu Diabas Penyabung dan formasi Tanjung Genting yang memiliki usia Trias Awal atau sekitar 240 juta tahun yang lalu. Formasi yang selanjutnya terbentuk adalah Granit Klabat dengan usia berkisar pada Trias hingga Jura atau memiliki usia sekitar 205 juta tahun yang lalu. Formasi Granit Klabat tersebut ditimpa tidak selaras oleh formasi Ranggung yang memiliki usia Pliosen hingga Pleistosen atau sekitar 1,8 juta tahun yang lalu. Formasi yang terakhir dan merupakan endapan permukaan adalah Alluvium dengan usia termuda yaitu 0,01 juta tahun yang lalu atau Holosen. Dari informasi geologi tersebut dilakukan plotting untuk mengetahui sebaran usia batuan di Pulau Bangka dan ditunjukkan pada gambar 7 (b). Sebaran umur batuan di Pulau Bangka cukup dominan pada usia 205 juta tahun yang lalu, hal ini ditunjukkan pada peta yang dominan warna jingga. Persebaran usia tertua berada di Pangkal Pinang dan Belinyu ditunjukkan dengan warna merah.

Berdasarkan formasi batuan penyusun batu granit merupakan batuan penghasil panas yang diakibatkan oleh unsur radioaktif yang terkandung di dalamnya. Unsur radioaktif yang banyak ditemukan pada batu granit yaitu uranium-238 dengan waktu paro  $4,5 \times 10^9$  tahun, thorium-232 dengan waktu paro  $1,41 \times 10^{10}$  tahun dan kalium-40 dengan waktu paro  $1,27 \times 10^9$  tahun. Waktu paro dari unsur radioaktif masih berkorelasi atau berada ke dalam rentan jangka (range) waktu usia batuan penyusun di Pulau Bangka. Hal tersebut memungkinkan produksi panas yang masih bisa dihasilkan selama unsur tersebut masih meluruh dan energi yang dihasilkan terakumulasi. Sebaran nilai produksi panas yang diperoleh dari sampel batu granit selanjutnya diploting dan ditunjukkan pada gambar 7 (a). Dari peta sebaran RHP di Pulau Bangka tersebut menunjukkan sebaran nilai yang cukup rendah, hal tersebut didukung dengan nilai tertinggi yang terakumulasi pada satu daerah dan sebaran nilai terendah lebih luas.



**Gambar 7. (a) Peta sebaran produksi panas dan (b) Sebaran umur batuan di Pulau Bangka.**

Dari kedua peta tersebut menampilkan korelasi nilai tertinggi produksi panas dan umur batuan tertua pada daerah yang sama yaitu daerah Pangkal Pinang ditunjukkan dengan warna merah. Namun hal tersebut tidak dapat membuktikan bahwa korelasi produksi panas dan umur batuan linear ke atas ataupun sebaliknya. Hal ini dibuktikan pada sebaran umur batuan tua didapatkan produksi panas yang rendah, ada pula umur batuan yang cukup tua atau warna jingga didapat produksi panas yang rendah ditunjukkan dengan warna hijau yaitu daerah Bangka Barat, dan terdapat umur batuan yang cukup tua didapat produksi yang cukup tinggi ditunjukkan warna hijau muda yaitu daerah Bangka Selatan.



**Gambar 8. Hubungan produksi panas dan umur batuan.**

Grafik korelasi antara produksi panas dan umur batuan di Pulau Bangka ditunjukkan pada gambar 8. Grafik tersebut menunjukkan sebaran produksi panas yang tersebar pada batuan dengan umur tua juga memiliki nilai produksi yang rendah. Hal tersebut membuktikan faktor penting terkait terakumulasi produksi panas yang dihasilkan unsur radioaktif. Pada grafik juga menunjukkan bahwa dalam satu rentang waktu yang sama didapatkan nilai produksi panas yang berbeda-beda. Sebaran produksi panas dengan umur batuan 205 juta tahun yang lalu memperlihatkan rentang nilai produksi panas yang diperoleh yaitu berkisar antara 0 – 75  $\mu\text{Wm}^{-3}$ . Hal lainnya yang menunjukkan tidak adanya korelasi antara produksi panas dengan umur batuan, yaitu nilai produksi panas tertinggi dengan nilai 192,239  $\mu\text{Wm}^{-3}$  pada sampel PKP/10B dengan umur batuan 290 juta tahun yang lalu. Dengan umur batuan yang sama juga diperoleh nilai produksi panas yang cukup rendah yaitu berkisar pada nilai 10 - 15  $\mu\text{Wm}^{-3}$ . Adapun produksi panas Berdasarkan plotting grafik juga menunjukkan nilai sebaran produksi panas cenderung relatif di umur batuan berkisar 205 juta tahun yang lalu. Berdasarkan data-data tersebut dibutuhkan penelitian lebih lanjut terkait umur batuan di Pulau Bangka menggunakan sampel yang lebih banyak agar diperoleh hasil yang lebih bagus dan akurat.

### Nilai Produksi Panas di Pulau Bangka

Berdasarkan nilai produksi panas yang diperoleh di Pulau Bangka juga menunjukkan besarnya nilai tersebut dibandingkan dengan produksi panas hasil batu granit di daerah lainnya yang ditunjukkan ada tabel 2. Rata-rata produksi panas di Pulau Bangka yaitu sebesar 54,13  $\mu\text{Wm}^{-3}$ , nilai tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya. Produksi panas tertinggi di daerah lainnya hanya bernilai 11,00 yaitu pada granit di Turki (tabel 2). Besarnya produksi panas yang dihasilkan oleh batu granit Pulau Bangka disebabkan kandungan unsur uranium, thorium dan potassium yang juga lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya. Hal tersebut menunjukkan cukup potensinya Pulau Bangka terhadap eksplorasi unsur radioaktif dibandingkan daerah lainnya.

**Tabel 2. Perbandingan nilai RHP Pulau Bangka dengan daerah lainnya.**

Nama Lokasi/ Tipe Granit	rata-rata RHP			Total	Sumber
	U	Th	K		
Batuan Granit Pulau Bangka	37,02	16,62	0,49	54,13	Penelitian
Granit	1,03	1,24	0,34	2,60	Rogers & Adams 1969a,b
Granit	0,95	1,45	0,51	2,90	
Granit Afrika Selatan	1,67	1,49	0,39	3,60	Cermak, dkk., 1982
Granit	1,80	2,76	0,38	4,90	Helbig & Treitel, 1996
Granodiorit	0,54	0,57	0,20	1,30	Helbig & Treitel, 1996
Granit Boitit, Brazil	0,62	1,24	0,49	2,30	Anjos, dkk., 2005
Granit, Turki	6,37	4,22	0,39	11,00	Orgun, Altinsoy, Gültekin, Karahan, & Celebi., 2005
Granit Wadi Allaqi, Aswan, Mesir	0,54	2,07	0,03	2,60	Abbady, dkk., 2006
Granit Wadi Um Had, Mesir	6,40	1,59	0,34	8,30	Abbady, dkk., 2006
Granit Dari Berbagai Daerah Lainnya (Max)	3,27	4,31	0,55	8,10	Guillén, dkk., 2014
Granit Gabel El Majal, Mesir	4,14	0,52	0,22	4,90	Arafa, 2004
Granit Saudi Arabia Bagian Timur Laut	1,54	1,31	0,39	3,20	Adel G.E Abbady & A.H. Al-Ghamdi, 2018
Granit Saudi Arabia Bagian Tenggara	1,59	1,35	0,34	3,30	Adel G.E Abbady & A.H. Al-Ghamdi, 2018

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat dirangkum dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

Persebaran unsur uranium tertinggi di Pulau Bangka berada di sekitar daerah Pangkal Pinang, Bangka Tengah dan Bangka Selatan dengan kisaran rentan nilai 121,596 – 681 ppm. Untuk sebaran tertinggi unsur thorium relatif berada di daerah Pangkal Pinang, Bangka Tengah dan Bangka Selatan dengan rentan nilai 116,596 – 247 ppm. Serta untuk sebaran potassium tertinggi berada di daerah Bangka Barat dan Belinyu dengan rentan nilai 3,090 – 3,790 %.

Korelasi antara nilai produksi panas dan umur batuan di Pulau Bangka menunjukkan tidak adanya pengaruh antara keduanya. Hal ini dibuktikan dengan umur batuan tua didapatkan produksi panas yang tinggi, namun terdaat juga nilai produksi panas yang rendah pada umur batuan yang tua.

Sebaran nilai produksi panas tertinggi di Pulau Bangka cenderung dominan di daerah Pangkal Pinang dengan rentang nilai yaitu 33,700 – 192,239  $\mu\text{Wm}^{-3}$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada orangtua dan kerabat yang senantiasa membantu dalam materi maupun mental, kepada dosen pembimbing Rahmat Nawi Siregar, S.Pd., M.Sc. yang telah membimbing dalam proses penulisan tugas akhir saya. Serta saya ucapkan terimakasih kepada setiap pihak yang membantu dalam pembuatan dan pengolahan dari tugas akhir saya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kasbani, "Tipe Sistem Panas Bumi Di Indonesia Dan Estimasi Potensi Energinya," *Kelompok Progr. Penelitian Panas Bumi, PMG –Badan Geol.*, pp. 64–73, 2011.
- [2] B. Geologi, "Panas Bumi Non-Vulkanik di Indonesia," 2013. [geomagz.geologi.esdm.go.id/panas-bumi-non-vulkanik-di-indonesia/](http://geomagz.geologi.esdm.go.id/panas-bumi-non-vulkanik-di-indonesia/).
- [3] Ngadenin, F. D. Indrastomo, and W. Prana, "Prospek Thorium Pada Endapan Aluvial di Daerah Koba dan Sekitarnya," *Eksplorium*, vol. 33, no. 2, pp. 73–82, 2012.
- [4] A. J. Barber, M. J. Crow, and J. S. Milsom, *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London, 2005.
- [5] T. Veikkolainen, I. T. Kukkonen, and J. O. Näslund, "Radiogenic heat production analysis of Fennoscandian Shield and adjacent areas in Sweden," *Geophys. J. Int.*, vol. 218, no. 1, pp. 640–654, 2019, doi: 10.1093/gji/ggz186.
- [6] H. M. S. Hidayat, "Sedimentologi dan akumulasi kasiterit pada endapan aluvium sepanjang air inas hingga laut lepas pantai tanjung kubu (toboali), bangka selatan," pp. 59–68, 2010.
- [7] L. A. Permana and D. I. Setiawan, "KARAKTERISTIK GRANIT DALAM PENENTUAN SUMBER PANAS PADA SISTEM PANAS BUMI DAERAH PERMIS, KABUPATEN BANGKA SELATAN, PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG THE," vol. 6, pp. 1–13, 2011.
- [8] S. Z., W. A., Ll. J, H. B, and C. G, "Radiogenic Heat Production of Granites and Potential for Hot Dry Rock Geothermal Resource in Guangdong Province, Southern China.," 2015.
- [9] Ngadenin, H. Syaeful, K. S. Widana, I. G. Sukadana, and F. D. Indrastomo, "Studi Potensi Thorium Pada Batuan Granit di Pulau Bangka," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 16, no. 2, pp. 143–155, 2014.
- [10] R. Ferliana, B. Wasito, and R. Prassanti, "Ekstraksi Dan Stripping Torium Dari Rafinat Hasil Ekstraksi Uranium Monasit Bangka," *J. Forum Nukl.*, vol. 10, no. 1, pp. 26–37, 2016.
- [11] A. G. E. Abbady and A. H. Al-Ghamdi, "Heat production rate from radioactive elements of granite rocks in north and southeastern Arabian shield Kingdom of Saudi Arabia," *J. Radiat. Res. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 4, pp. 281–290, 2018, doi: 10.1016/j.jrras.2018.03.002.
- [12] R. Haenel, L. Rybach, and L. Stegena, *Handbook of Terrestrial Heat-Flow Density Determination*. Kluwer Academic, 1988.
- [13] BATAN, "Radioaktivitas," 2008. <https://www.batan.go.id/ensiklopedi/08/01/01/03/08-01-01-03.html>.