

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik pengeboran diempat titik di zona 1 TPA Piyungan dengan masing-masing kedalaman 12 meter. Pengambilan keempat titik didasari oleh jumlah *cell* yang ada di zona 1 TPA Piyungan namun juga disesuaikan dengan kondisi dilapangan.

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *spindle Inti Drilling Rig* dengan mata bor berbentuk tabung dengan diameter sebesar 7 cm dengan tinggi 1 meter. Pengeboran dilakukan bertahap sesuai kedalaman yaitu dimulai dari kedalaman 0-1 meter lalu sample diambil dan dipisahkan kedalam wadah berdasarkan kedalaman dan titik samplingnya lalu dilakukan pengeboran lagi untuk kedalaman 1-2 meter hingga 11-12 meter. Kegiatan tersebut dilakukan hingga titik keempat kedalaman 11-12 meter.



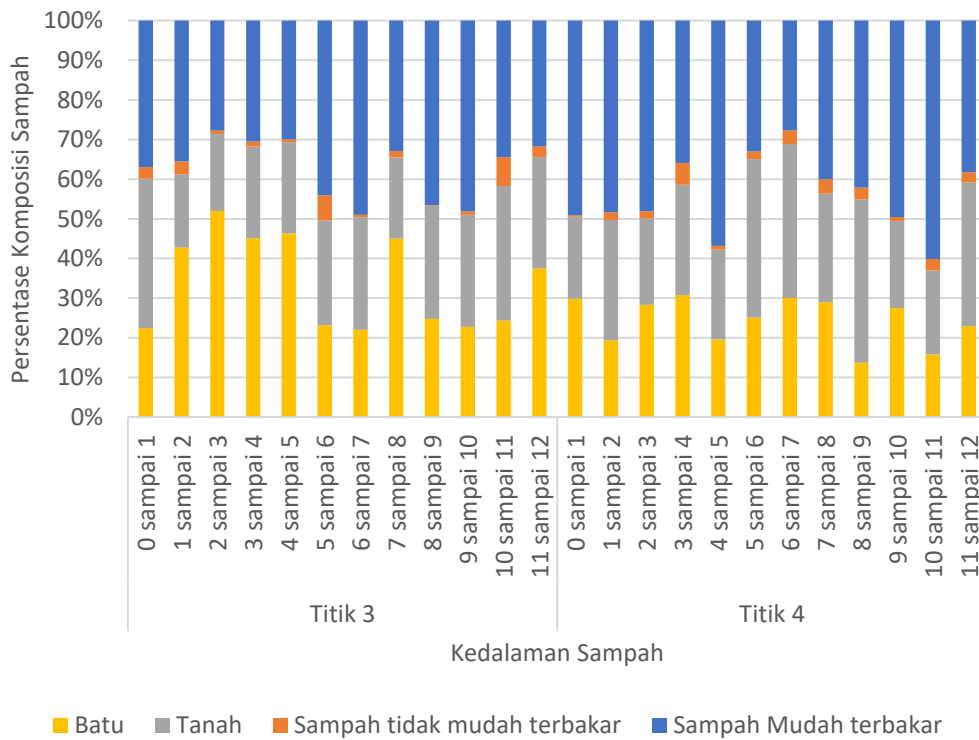
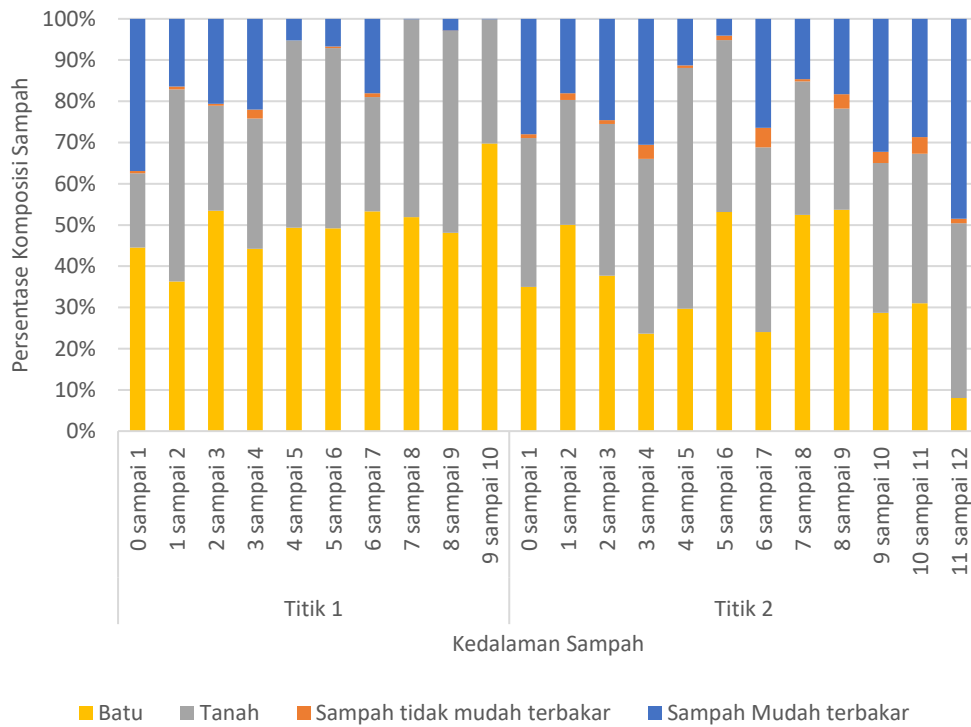
Gambar 4.1 Pengambilan Sampel dengan *Spindle Inti Drilling Rig*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

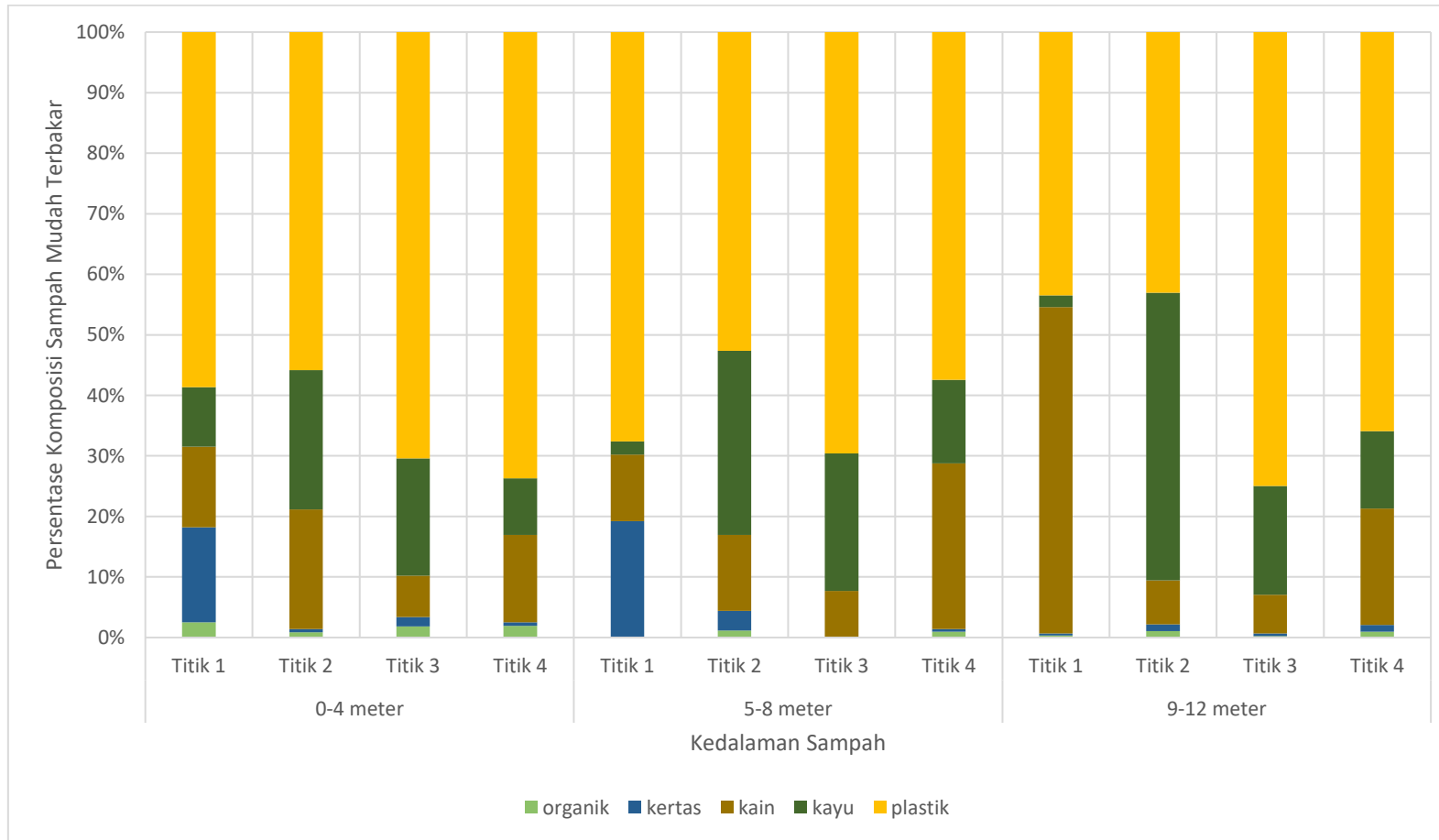
4.2 Analisis Komposisi Sampah

Analisis komposisi sampah yang mengacu pada SNI 19-3964-1994 mengenai metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui komponen sampah yang terdapat pada zona 1 TPA Piyungan. Berdasarkan perhitungan komposisi sampah yang dapat dilihat pada **Lampiran 1**, penggambaran hasil analisis ini dapat dibagi menjadi 4 kategori yaitu sampah mudah terbakar, sampah tidak mudah terbakar, tanah dan batu. Sampah mudah terbakar terdiri atas plastik, organik, kayu, kain dan kertas. Sampah tidak mudah terbakar terdiri atas kaca, logam, sterofoam, karet, dan keramik.

Pada **Gambar 4.2** terlihat bahwa kategori sampah mudah terbakar merupakan kategori komponen sampah yang mendominasi diseluruh kedalaman titik sampling. Sehingga dapat dikatakan bahwa sampah yang terdapat pada zona 1 TPA Piyungan cocok untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF dikarenakan banyaknya jumlah sampah mudah terbakar di zona tersebut. Besarnya komposisi sampah mudah terbakar dikarenakan oleh TPA Piyungan sebagai tempat pemrosesan akhir sampah perkotaan menampung sampah yang bersumber dari rumah tangga, perkantoran, dan fasilitas umum di Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul yang sebagian besar menghasilkan sampah plastik, kertas, kayu, kain dan sampah sisa makanan seperti yang terlihat pada **Gambar 4.3**. Sedikitnya persentase komponen sampah tidak mudah terbakar dikarenakan, komponen tersebut telah diambil oleh pekerja pemulung yang ada disekitar TPA Piyungan.



Gambar 4.2 Komposisi Sampah Berdasarkan Kategori



Gambar 4.3 Komposisi Sampah Mudah Terbakar Berdasarkan Kedalaman

Tabel 4.1 Komposisi Sampah Mudah Terbakar Berdasarkan Kedalaman Perempat Meter dan Umur Sampah

Umur Sampah (Tahun) ¹	Kedalaman (meter)	Titik	Plastik	Kayu	Kertas	Kain	Organik	Total
18	0-4	1	13,31%	2,23%	3,56%	3,02%	0,58%	22,69%
		2	13,70%	5,64%	0,13%	4,85%	0,21%	24,53%
		3	22,53%	6,21%	0,50%	2,17%	0,59%	32,01%
		4	33,70%	4,27%	0,26%	6,58%	0,89%	45,71%
20	5-8	1	5,35%	0,17%	1,51%	0,87%	0,01%	7,91%
		2	6,07%	3,50%	0,37%	1,44%	0,14%	11,52%
		3	26,00%	8,50%	0,01%	2,85%	0,01%	37,37%
		4	21,75%	5,24%	0,16%	10,36%	0,37%	37,88%
23	9-12	1	0,39%	0,02%	0,00%	0,49%	0,00%	0,90%
		2	12,70%	14,01%	0,34%	2,14%	0,31%	29,51%
		3	29,09%	6,96%	0,17%	2,49%	0,09%	38,81%
		4	30,99%	6,03%	0,51%	9,05%	0,46%	47,03%

¹Sari (2015)

Berdasarkan kedalaman dan umur sampahnya, perbedaan persentase komposisi sampah dapat dipengaruhi oleh faktor degradasi dari sampah tersebut, dibuktikan dengan kedalaman 0-4 meter dengan umur sampah 18 tahun memiliki persentase yang cukup besar dibandingkan dengan kedalaman 5-8 meter dan 9-12 meter yang memiliki usia ≥ 20 tahun. Dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berdasarkan komponen penyusun komposisinya, sampah mudah terbakar pada kedalaman 0-4 meter masih bervariasi dengan persentase komposisi yang cukup besar dari sampah yang sulit terdegradasi seperti plastik, kain dan kayu hingga sampah yang mudah terdegradasi

seperti sampah organik dan kertas, hal tersebut dikarenakan sampah organik dan sampah kertas tersebut belum terdegradasi sepenuhnya. Sedangkan pada kedalaman 5-8 meter dan sampah 9-12 meter, sampah seperti sampah organik dan kertas telah banyak yang terdegradasi hingga hanya sedikit yang tersisa dibuktikan dengan persentase komposisi sampah organik dan sampah kertas yang cukup rendah.

Sedangkan perbedaan persentase antara kedalaman 5-8 meter dan 9-12 meter, dimana kedalaman 9-12 meter memiliki persentase yang lebih besar dibandingkan dengan kedalaman 5-8 meter hal tersebut dikarenakan oleh keberadaan sampah yang sulit terdegradasi seperti plastik dan kain yang lebih besar dikedalaman 9-12 meter sehingga persentase komposisi sampah mudah terbakar dikedalaman ini lebih tinggi. Keberadaan sampah mudah terbakar yang sulit terdegradasi seperti plastik dan kain yang cukup besar pada kedalaman 9-12 meter dapat disebabkan oleh perilaku masyarakat dalam menghasilkan sampah dan mengolah sampah pada saat itu. Dapat dikatakan pada tahun tersebut sampah yang dibuang terdiri atas sampah plastik dan kain yang cukup besar dikarenakan belum adanya kesadaran dalam mereduksi dan mendaur ulang sampah tersebut, selain itu juga dapat dikarenakan oleh jumlah pemulung yang masih sedikit sehingga masih terdapat banyak sampah seperti plastik dan kain yang tidak terambil.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, kedalaman yang paling banyak memiliki sampah mudah terbakar adalah pada kedalaman 0-4 meter, dimana persentase sampah yang dapat dimanfaatkan mencapai 38,6%, lalu setelahnya adalah kedalaman 9-12 dengan persentase sampah yang dapat dimanfaatkan mencapai 32,5% dan yang terakhir adalah pada kedalaman 5-8 dengan persentase sampah yang dapat dimanfaatkan mencapai 28,9%. Jika seluruh sampah mudah terbakar dimanfaatkan, maka dapat mengurangi 25% volume timbunan di zona 1 TPA Piyungan.

4.3 Analisis Proksimat

Analisis proksimat adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan persentase kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap (Gidarakos,dkk,2005). Metode yang digunakan pada analisis ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Standard Testing and Material* (ASTM). Pada analisis ini sampel yang dianalisis merupakan RDF model yang disusun berdasarkan berat komposisi rata-rata per-empat meter kedalaman (0-4 meter, 5-8 meter dan 9-12 meter) dari sampah mudah terbakar pada setiap titiknya.

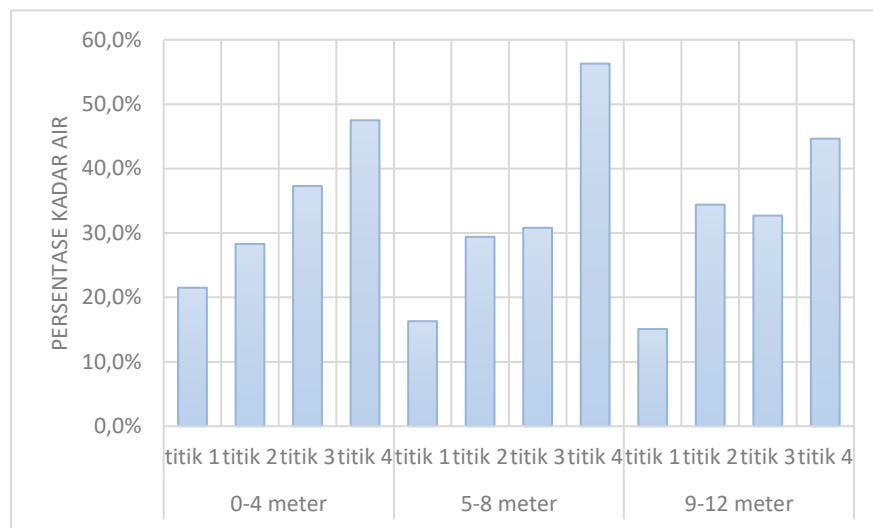


Gambar 4.4 RDF Model

4.3.1 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air mengacu pada SNI 03-1971-1990 mengenai metode pengujian kadar air agregat yang bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan air yang terdapat pada suatu material. Pada **Gambar 4.5**, terlihat perbedaan kandungan kadar air yang sangat signifikan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh curah hujan dan air hujan yang terperangkap pada sampah seperti plastik dan kain, dapat terlihat pada **Gambar 4.3** bahwa komposisi sampah plastic dan kain cukup mendominasi sehingga air hujan sulit untuk meresap ke dasar permukaan tanah. Dikutip dari Sari (2012), Tchobanoglous dan Kreith (1993) mengatakan bahwa perbedaan nilai kadar air dipengaruhi oleh musim, kelembaban, kondisi cuaca dan hujan. Hal tersebut dibuktikan pada kedalaman 0-4 meter yang berumur 18 tahun dan 5-8 meter yang berumur 20 tahun memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan kedalaman 9-12 meter yang berumur 23 tahun, dikarenakan air hujan yang baru masih terperangkap pada sampah yang tertimbun

dan belum sepenuhnya meresap ke dasar permukaan dan belum dapat mengering sehingga menyebabkan kedalaman 0-8 meter yang berumur ≤ 20 tahun mengandung banyak air sedangkan kedalaman 9-12 meter yang berumur 23 tahun mengandung sedikit air karena kondisi sampah yang belum terkena oleh air hujan yang disebabkan oleh sulitnya air hujan meresap ke dasar sehingga sampah yang sebelumnya mengandung banyak air memiliki waktu untuk mulai mengering.



Gambar 4.5 Grafik Persentase Kadar Air

Selain itu, kandungan kadar air juga dipengaruhi oleh adanya kubangan air lindi yang terdapat didalam area zona 1, sehingga jika dilihat pada **Gambar 4.5** titik 3 dan 4 memiliki kandungan kadar air yang lebih besar dibandingkan titik 1 dan 2 karena disekitar titik 1 dan 2 tidak terdapat kubangan air lindi seperti di titik 3 dan 4. Kedua faktor yang mempengaruhi ketinggian dari kadar air pada sampel tersebut dibuktikan pada kedalaman 5-8 meter dititik 4 yang memiliki kandungan kadar air sangat tinggi yaitu 56,3% yang dipengaruhi oleh adanya kubangan lindi dititik tersebut dan juga dipengaruhi oleh air hujan yang masih terperangkap pada kedalaman tersebut.

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Air Dengan Standar di Beberapa Negara dan Umur Sampah

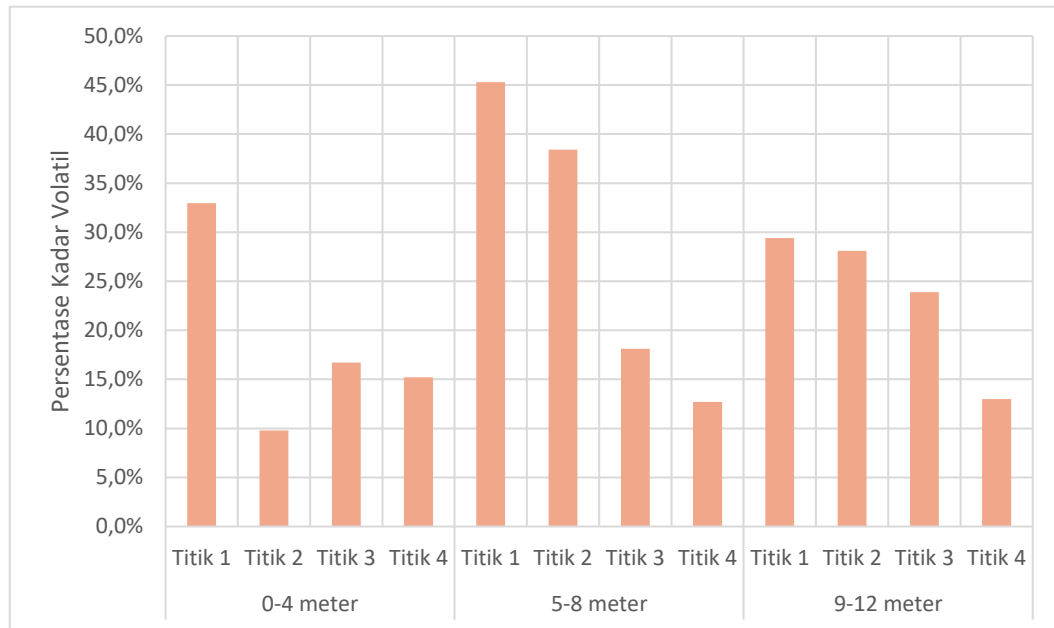
Umur Sampah (Tahun) ⁴	Kedalaman (meter)	Titik	Sampel	United Kingdom ¹	Itali ¹	Finlandia ¹	Swedia ²	ISTAC ³	Lechtenberg ³
18	0-4	1	21,5%	7-28%	<25%	23-25%	<30%	25%	<20%
		2	28,3%						
		3	37,3%						
		4	47,5%						
20	5-8	1	16,3%						
		2	29,4%						
		3	30,8%						
		4	56,3%						
23	9-12	1	15,1%						
		2	34,4%						
		3	32,7%						
		4	44,6%						

¹Nithikul(2007); ²Lokahita,dkk (2013); ³Sari (2012); ⁴Sari (2015)

Kadar air sangat mempengaruhi kualitas dari nilai kalor suatu material, sehingga kualitas dari bahan baku RDF yang diharapkan memiliki nilai kalor yang cukup besar sangat dipengaruhi oleh kandungan kadar air yang terdapat pada bahan baku RDF. Menurut Baskoro,dkk (2013), besarnya nilai kadar air berbanding terbalik dengan nilai kalor, semakin besar nilai kadar air maka semakin kecil nilai kalor yang ada. Berdasarkan **Tabel 4.2**, hanya 5 sampel yang memenuhi standar kualitas RDF, sehingga jika seluruh sampah mudah terbakar ingin dimanfaatkan menjadi bahan baku energi alternative perlu dilakukannya *pretreatment* untuk mengurangi kadar air yang terkandung sehingga nilai kalor dapat meningkat.

4.3.2 Analisis Kadar Volatil

Analisis volatil dilakukan setelah analisis kadar air. Kadar volatil ditentukan dengan mengacu pada *America Standar Testing and Material* (ASTM) E 897-88 (2004). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan yang mudah menguap. Hasil dari perhitungan kadar volatil dapat dilihat pada tabel berikut.



Gambar 4.6 Grafik Persentase Kadar Volatil

Pada **Gambar 4.6**, terlihat bahwa kandungan kadar volatil tertinggi terdapat pada kedalaman 5-8 meter dan 9-12 meter. Dapat dikatakan bahwa perbedaan tinggi rendahnya kandungan volatil pada suatu material dipengaruhi oleh kelembaban sampel sampah seperti pada kedalaman 9-12 meter yang memiliki kandungan kadar air yang rendah sehingga kadar volatil yang terkandung cukup tinggi dan dapat pula dilihat pada kedalaman 5-8 meter dititik 1 yang memiliki kandungan volatile sebesar 45,3% dikarenakan oleh kandungan kadar air yang cukup rendah pada sampel tersebut yaitu sebesar 16,3%. Selain itu kadar volatil juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan penyusun yang berbeda walaupun merupakan dalam jenis komponen sampah yang sama, seperti pada kedalaman 0-4 meter dititik 2 walaupun memiliki kandungan air yang cukup rendah dibandingkan dengan titik 3 dan titik 4 dikedalaman yang sama, namun memiliki kadar volatil yang rendah.

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Volatil Dengan Standar di Beberapa Negara dan Umur Sampah

Umur Sampah (Tahun) ⁴	Kedalaman (meter)	Titik	Sampel	United Kingdom ¹	Itali ¹	Finlandia ¹	Swedia ²	ISTAC ³	Lechtenberg ³
18	0-4	1	33,0%	-	-	-	-	92%	50-80%
		2	9,8%						
		3	16,7%						
		4	15,2%						
20	5-8	1	45,3%						
		2	38,4%						
		3	18,1%						
		4	12,7%						
23	9-12	1	29,4%						
		2	28,1%						
		3	23,9%						
		4	13,0%						

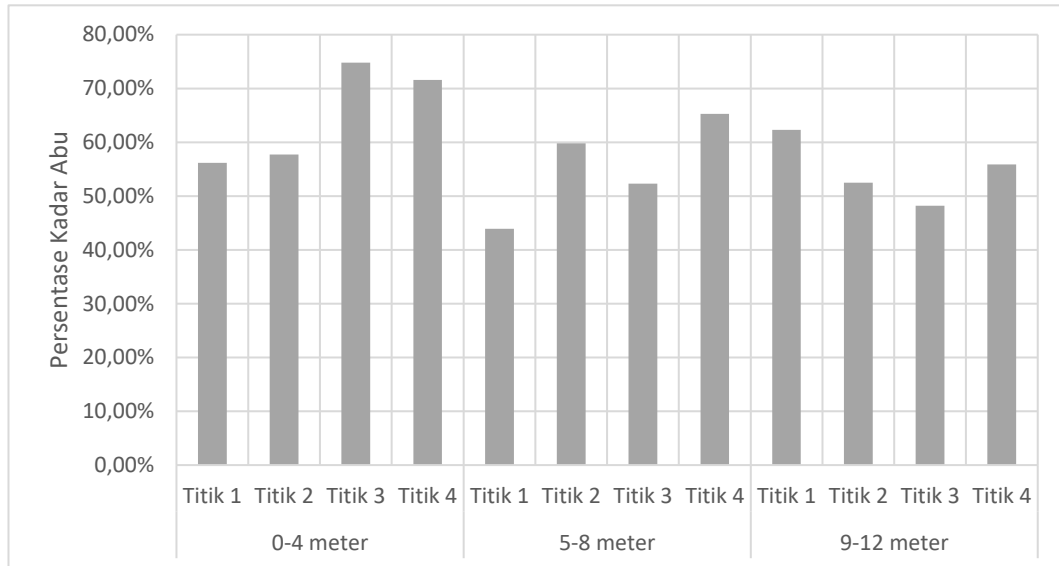
¹Nithikul(2007); ²Lokahita,dkk (2013); ³Sari (2012); ⁴Sari (2015)

Kadar volatil yang tinggi pada suatu material menunjukkan tingginya nilai kalor pada material tersebut, sehingga kadar volatil sangat mempengaruhi kualitas pada bahan baku RDF. Semakin banyak kandungan kadar volatil pada suatu material maka semakin mudah material tersebut untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat (Artati,dkk,2013). Hasil analisis kadar volatil pada **Tabel 4.3**, menunjukkan angka dibawah standar kualitas RDF, sehingga belum memenuhi standar yang ada.

4.3.3 Analisis Kadar Abu dan Karbon Tetap

Penentuan kadar abu pada sampel dilakukan setelah analisis kadar volatil. Kadar abu mengacu pada *America Standar Testing and Material (ASTM) E 830-87 (2004)*. Penentuan kadar abu pada sampel bertujuan untuk mengetahui residu

yang tersisa setelah terjadinya pembakaran dengan suhu tinggi. Hasil dari analisis ini ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 4.7 Grafik Persentase Kadar Abu

Seperti yang terlihat pada **Gambar 4.7**, semakin dalam dan lama umur timbunan sampah semakin kecil kadar abu yang terkandung. Telihat bahwa kadar abu tertinggi hingga terendah berturut-turut terdapat pada kedalaman 0-4 meter, 5-8 meter dan 9-12 meter. Sehingga dapat dikatakan, perbedaan persentase kadar abu dipengaruhi oleh umur sampah dan kedalaman timbunan sampah. Namun, terlihat terjadi peningkatan persentase kadar abu yang terdapat pada kedalaman 9-12 meter dititik 1 yang sebelumnya 43,9% menjadi 62,3% dan pada kedalaman 5-8 meter dititik 2 yang sebelumnya 57,7% menjadi 59,8%. Peningkatan tersebut diperkirakan dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik penyusun komponen sampah seperti jenis plastik yang berbeda atau jenis kertas yang berbeda. Oleh karena itu dapat dikatakan, selain umur dan kedalaman timbunan sampah, perbedaan persentase kadar abu juga dapat disebabkan oleh karakteristik bahan penyusun yang berbeda walaupun merupakan dalam jenis komponen sampah yang sama pada setiap RDF model disetiap titik.

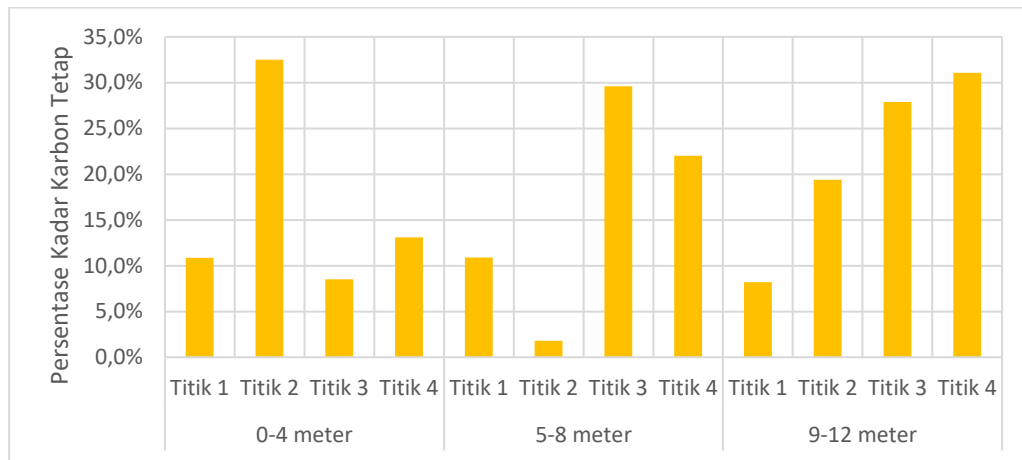
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Abu Dengan Standar di Beberapa Negara dan Umur Sampah

Umur Sampah (Tahun) ⁴	Kedalaman (meter)	Titik	Sampel	United Kingdom ¹	Itali ¹	Finlandia ¹	Swedia ²	ISTAC ³	Lechtenberg ³
18	0-4	1	56,2%	12%	20%	5-17%	5-10%	7,7%	8-12%
		2	57,7%						
		3	74,8%						
		4	71,6%						
20	5-8	1	43,9%						
		2	59,8%						
		3	52,3%						
		4	65,3%						
23	9-12	1	62,3%						
		2	52,5%						
		3	48,2%						
		4	55,9%						

¹Nithikul(2007); ²Lokahita,dkk (2013); ³Sari (2012); ⁴Sari (2015)

Tinggi rendahnya kadar abu yang terdapat pada sampah menunjukkan besarnya residu yang dihasilkan setelah terjadinya pembakaran sehingga membutuhkan lahan penyimpanan residu besar dan menyulitkan perlakuan pengangkutan dan penyimpanan residu tersebut, sehingga membutuhkan dana yang besar. Maka kualitas bahan baku RDF juga dipengaruhi oleh kadar abu yang terkandung pada material bahan bakunya. Pada analisis yang telah dilakukan, menunjukkan hasil persentase kadar abu yang cukup tinggi pada sampel hingga melebihi standar yang ada.

Analisis karbon tetap dilakukan setelah analisis kadar abu. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui material tidak ter volatil pada sampel. Berikut hasil persentase kadar karbon tetap.



Gambar 4.8 Grafik Persentase Kadar Karbon Tetap

Kandungan karbon tetap adalah kandungan karbon yang terdapat pada suatu material setelah bahan mudah menguap (volatil), abu dan kandungan air dihilangkan. Kandungan karbon tetap yang besar menunjukkan semakin besarnya kandungan energi panas yang terkandung pada suatu material (Mulyono,2016). Sehingga tinggi rendahnya kadar karbon tetap pada suatu material dipengaruhi oleh kandungan bahan mudah menguap, abu dan kandungan air pada material tersebut. Berdasarkan grafik pada **Gambar 4.8**, persentase kadar karbon tetap tertinggi terdapat pada kedalaman 9-12 meter.

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Karbon Tetap Dengan Umur Sampah

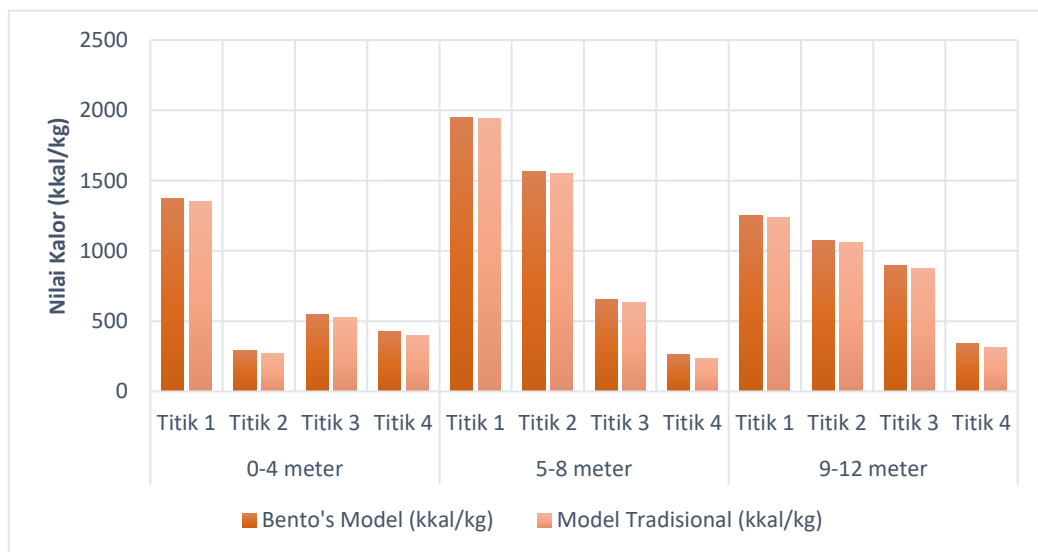
Umur Sampah (Tahun)	Kedalaman (meter)	Titik	Sampel
18	0-4	1	10,9%
		2	32,5%
		3	8,5%
		4	13,1%
20	5-8	1	10,9%
		2	1,8%
		3	29,6%
		4	22,0%
23	9-12	1	8,2%

		2	19,4%
		3	27,9%
		4	31,1%

Diketahui kandungan bahan mudah menguap dipengaruhi oleh kandungan air. Kandungan air dipengaruhi oleh kedalaman timbunan sampah, sedangkan kadar abu dipengaruhi oleh kedalaman dan umur timbunan sampah. Berdasarkan perhitungan, kandungan kadar karbon tetap dipengaruhi oleh kandungan bahan mudah menguap, kadar abu dan kandungan air. Sehingga terdapat korelasi yang dapat disimpulkan bahwa kandungan karbon tetap juga dapat dipengaruhi oleh kedalaman dan umur sampah. Selain itu, kadar bahan mudah menguap dan kadar abu dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik bahan penyusun komponen sampah, oleh karena itu, kadar karbon tetap juga dapat dipengaruhi oleh hal tersebut.

4.4 Analisis Nilai Kalor

Penentuan nilai kalor pada analisis ini dilakukan dengan menggunakan model analisis proksimat. Dikutip dari Daura,dkk (2014), Amin,dkk (2011) mengatakan bahwa keuntungan dari menggunakan data analisis proksimat untuk menentukan nilai kalor adalah dapat memberikan gambaran hasil nilai kalor yang lebih akurat. Analisis nilai kalor menggunakan RDF model yang dirangkai berdasarkan pada komposisi rata-rata kedalaman per-empat meter pada masing-masing titik. Hasil perhitungan nilai kalor ditunjukkan pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4.9 Grafik Nilai Kalor

Perhitungan dengan model Bento menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan yang menggunakan model tradisional, namun perbedaan hasil tersebut tidak berbeda jauh. Pada hasil tersebut terlihat nilai kalor tertinggi terdapat pada kedalaman 5-8 meter dengan nilai kalor mencapai 1951,62 kkal/kg dengan perhitungan model Bento dan 1939,29 kkal/kg dengan perhitungan tradisional. Tingginya nilai kalor yang diperoleh pada kedalaman 5-8 meter dikarenakan pada kedalaman tersebut memiliki kandungan kadar volatil yang tinggi dan kandungan kadar air yang cukup rendah. Sehingga dapat dikatakan bahwa kadar volatil dan kadar air sangat mempengaruhi nilai kalor suatu material.

Nilai kalor sampel sampah sangat dipengaruhi oleh kandungan air dan kandungan volatil yang terdapat pada sampel sampah tersebut. Kedua hal tersebut, yaitu kandungan air dan kandungan volatil pada sampel sampah dipengaruhi oleh kedalaman timbunan sampah, dimana semakin kedalaman kandungan air semakin berkurang sehingga kandungan volatil mulai meningkat. Dikarenakan terdapat korelasi antara ketiga hal tersebut, maka dapat dikatakan nilai kalor juga dipengaruhi oleh kedalaman timbunan sampahnya.

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Analisis Nilai Kalor Dengan Standar di Beberapa Negara dan Umur Sampah

Umur Sampah (Tahun) ⁴	Kedalaman	Titik	Bento's Model (kkal/kg)	Model Tradisional (kkal/kg)	United Kingdom ¹	Itali ¹	Finlandia ¹	Swedia ²	ISTAC ³	Lechtenberg ³
18	0-4 meter	1	1371,02	1354,84	4469,41	3582,68	3105-3821,5	5708-7428	3500	-
		2	294,79	271,79						
		3	550,83	528,21						
		4	424,46	399,94						
20	5-8 meter	1	1951,62	1939,29						
		2	1567,04	1551,03						
		3	651,2	629,91						
		4	260,89	234,42						
23		1	1250,2	1234,2						

9-12 meter	2	1076,08	1056,74					
	3	897,87	877,72					
	4	340,55	315,9					

¹Nithikul(2007); ²Lokahita,dkk (2013); ³Sari (2012); ⁴Sari (2015)

Pada **Tabel 4.6**, hasil perhitungan nilai kalor menunjukkan hasil yang sangat rendah sehingga belum dapat memenuhi standar kualitas RDF yang ada. Agar sampah tersebut memiliki kandungan nilai kalor yang tinggi, maka perlu dilakukannya *pretreatment* sebelum dimanfaatkan menjadi RDF untuk mengurangi kadar air sehingga dapat menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Perlakuan yang dapat dilakukan adalah dengan memanaskan sampah tersebut pada suhu 105°C selama 5 jam dan dilanjutkan dengan memanaskan kembali selama 24 jam dengan suhu 70°C untuk memastikan telah hilangnya kandungan air pada sampah. Perlakuan tersebut terbukti dapat meningkatkan kandungan nilai kalor pada sampah. Penentuan kembali nilai kalor dari sampah yang telah dilakukan *pretreatment* menggunakan bom calorimeter yang mengacu pada ASTM D5865.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode yang sama yaitu dengan ASTM D5865 namun menggunakan sampah yang masih memiliki kandungan air yang tinggi, dapat dilihat pada **Tabel 4.7** diketahui terdapat peningkatan yang cukup tinggi yaitu hampir 2 kali lipatnya. Dengan begitu, dapat dikatakan bahwa perlakuan *pretreatment* dengan cara mengurangi kandungan air dapat meningkatkan nilai kalor pada sampah.

Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Analisis Nilai Kalor Sebelum dan Setelah *Pretreatment* Dengan Penelitian Sebelumnya

Umur Sampah (Tahun) ¹	Kedalaman (meter)	Sebelum Pretreatment (kkal/kg) ²	Setelah Pretreatment (kkal/kg) ³
18	0-4	949,785	1645,34
20	5-8	1570,48	1904,9725
23	9-12	1285,52	2361,655

¹Sari (2015); ²Putra,dkk (2015); ³Data Primer (2018)

4.5 Analisis Potensi Bahan Baku RDF Pada Sampah Zona 1 TPA Piyungan

Berikut merupakan ringkasan dari hasil analisis komposisi, analisis proksimat (kadar air, kadar volatil, kadar abu, dan kadar karbon tetap) dan analisis nilai kalor dari setiap titik.

Tabel 4.8 Komposisi Sampah Mudah Terbakar, Kadar Air, Kadar Volatil, Kadar Abu, Kadar Karbon Tetap dan Nilai Kalor

Umur Sampah (Tahun) ¹	Kedalaman (meter)	Titik	Komposisi Sampah Mudah Terbakar (%)	Kadar Air (%)	Kadar Volatil (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbon Tetap (%)	Nilai Kalor (kkal/kg)
18	0-4	1	22,69%	21,5%	33,0%	56,20%	10,9%	1354,84 - 1371,02
		2	24,53%	28,3%	9,8%	57,70%	32,5%	271,79 - 294,79
		3	32,01%	37,3%	16,7%	74,80%	8,5%	528,21 - 550,83
		4	45,71%	47,5%	15,2%	71,60%	13,1%	399,94 - 424,46
20	5-8	1	7,91%	16,3%	45,3%	43,90%	10,9%	1939,29 - 1951,62
		2	11,52%	29,4%	38,4%	59,80%	1,8%	1551,03 - 1567,04
		3	37,37%	30,8%	18,1%	52,30%	29,6%	629,91 - 651,20
		4	37,88%	56,3%	12,7%	65,30%	22,0%	234,42 - 260,89
23	9-12	1	0,90%	15,1%	29,4%	62,30%	8,2%	1234,20 - 1250,20
		2	29,51%	34,4%	28,1%	52,50%	19,4%	1056,74 - 1076,08

		3	38,81%	32,7%	23,9%	48,20%	27,9%	877,72	-	897,87
		4	47,03%	44,6%	13,0%	55,90%	31,1%	315,90	-	340,55

¹Sari (2015)

Sampah mudah terbakar yang merupakan sampah yang memiliki kandungan energi tinggi yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku energi alternatif, salah satunya adalah *Refuse Derived Fuel* (RDF). Dengan hasil analisis komposisi tersebut, maka dapat dikatakan bahwa komposisi sampah di TPA Piyungan dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Pada **Tabel 4.8**, Kedalaman yang memiliki jumlah sampah mudah terbakar tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah kedalaman 0-4 meter, 9-12 meter dan 5-8 meter.

Berdasarkan analisis proksimat yang telah dilakukan, kedalaman 0-12 meter memiliki kandungan air yang masih cukup tinggi walaupun telah ada beberapa titik yang telah memenuhi standar kualitas RDF yaitu pada titik 1 dan titik 2, namun seluruh sampah pada setiap kedalaman perlu memenuhi standar yang ada agar dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Kandungan kadar air yang tinggi dapat mempengaruhi kandungan kadar volatil suatu material. Terbukti pada rendahnya kandungan volatil yang ada pada sampel sampah sehingga belum dapat memenuhi standar kualitas RDF yang ada. Oleh karena itu, perlu dilakukannya *pretreatment* untuk menurunkan kadar air pada sampah sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Menurut Sari (2012), kadar air yang tinggi akan mempersulit pembakaran RDF dan memperbesar energi yang dibutuhkan untuk membakar RDF, sedangkan kadar volatil yang rendah mempersulit penyalaan awal pada saat pembakaran. Salah satu *pretreatment* yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar air adalah dengan memanaskan bahan baku RDF pada oven dengan suhu 105°C selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan kembali selama 12 jam pada suhu 70°C sehingga dapat dipastikan kadar air telah hilang.

Kadar abu juga menjadi salah satu karakteristik yang mempengaruhi kualitas RDF. Pada analisis yang telah dilakukan terlihat bahwa kandungan abu

yang dihasilkan setelah pembakaran pada sampel sampah cukup tinggi sehingga belum memenuhi standar kualitas RDF yang ada. Namun, kandungan abu yang dihasilkan pada pembakaran dapat dimanfaatkan kembali menjadi bahan baku dalam pembuatan semen klinker (Sari,2012).

Tingginya kandungan kadar air dan rendahnya kandungan volatil pada sampel menghasilkan nilai kalor yang rendah sehingga belum dapat memenuhi standar kualitas RDF yang ada. Dengan begitu perlu dilakukannya *pretreatment* untuk menurunkan kadar airnya. Perlakuan yang dilakukan untuk menurunkan kadar air terbukti dapat meningkatkan kandungan nilai kalor pada sampel sampah hingga nilai kalor sampah dapat mencapai standar kualitas RDF yang ada. **Tabel 4.9** menunjukkan perbandingan hasil dari analisis nilai kalor sebelum dan setelah dilakukan *pretreatment* dengan sampel yang sama. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa terdapat peningkatan yang sangat signifikan setelah dilakukannya *pretreatment* dengan cara menurunkan kandungan airnya dengan peningkatan hingga 9 kali lipatnya. Perbedaan dalam peningkatan nilai kalor sebelum dan setelah *pretreatment* tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan penyusun yang berbeda walaupun merupakan dalam jenis komponen sampah yang sama pada setiap RDF model disetiap titiknya. Dengan dilakukannya *pretreatment* ini, terdapat sampel sampah yang dapat memenuhi standar kualitas RDF di Finlandia dengan nilai kalor mencapai 3161,72 kkal/kg.

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai kalor Sebelum dan Setelah *Pretreatment*

Umur Sampah (Tahun) ¹	Kedalaman (meter)	Titik	Nilai Kalor (kkal/kg)	
			Sebelum Pretreatment	Setelah Pretreatment
18	0-4	1	1354,84 - 1371,02	1461,91
		2	271,79 - 294,79	1447,19
		3	528,21 - 550,83	2067,41

		4	399,94 - 424,46	1604,85
20	5-8	1	1939,29 - 1951,62	1955,41
		2	1551,03 - 1567,04	1910,21
		3	629,91 - 651,20	1704,66
		4	234,42 - 260,89	2149,61
23	9-12	1	1234,20 - 1250,20	2160,12
		2	1056,74 - 1076,08	2205,66
		3	877,72 - 897,87	3161,72
		4	315,90 - 340,55	1919,12

¹Sari (2015)