BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Primer

Data primer yang diperlukan adalah jumlah sampel, jenis barang elektronik, jumlah dan berat tiap jenis barang elektronik, rata-rata usia pakai tiap barang elektronik, dan metode pengelolaan sampah elektronik.

Jumlah sampel diperoleh dari perhitungan berdasarkan persamaan (1) yang dapat dilihat pada Tabel 4.1, dimana nilai koefisien Cd 0,5 diperoleh berdasarkan kategori kota dari Tabel 3.1 dan jumlah penduduk diperoleh dari Tabel 4.3. Setelah diperoleh nilai jumlah sampel (S), kemudian nilai S dibagi dengan jumlah orang tiap KK dengan asumsi bahwa jumlah orang tersebut adalah 5 orang/KK sesuai dengan ketentuan di SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Setelah itu diperoleh nilai KK yang akan menjadi objek sampling.

Tabel 4.1 Jumlah Sampel Penelitian

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah KK	Koefisien Cd	S (jiwa)	Jumlah Sampel (KK)
Gondokusuman	47461	9492	0,5	218	44
Jetis	23983	4797			
Tegalrejo	38234	7647			
Wirobrajan	25992	5198			
Ngampilan	17031	3406			
Gedongtengen	18388	3678			
Danurejan	19128	3826			
Total	190217	38043			

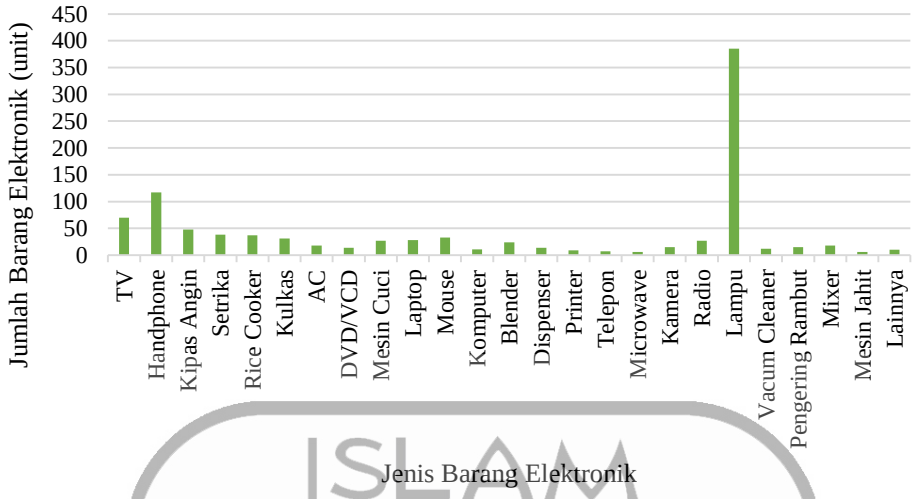
Setelah diperoleh jumlah sampel, kemudian dilakukan sampling dengan cara wawancara langsung kepada masyarakat secara acak menggunakan kuesioner. Rekapitulasi hasil sampling dari kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.2. Sampling pada penelitian ini dilakukan dengan cara mendatangi rumah-rumah penduduk secara acak kemudian melakukan wawancara dimana pertanyaan yang diajukan berdasarkan kuesioner yang telah dibuat sesuai dengan Lampiran 1.

Ketika sampling dilakukan, peneliti mengamati bahwa setiap rumah tangga memiliki jenis, jumlah serta rata-rata usia pakai barang elektronik yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh tingkat pendapatan yang dimiliki oleh setiap rumah tangga serta gaya hidup (*lifestyle*) yang mereka terapkan. Berdasarkan rekapitulasi hasil sampling yang diperoleh dapat diketahui bahwa 3 barang elektronik terbanyak yang dimiliki oleh setiap rumah tangga adalah lampu, *handphone*, dan TV, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1. Ketiga barang elektronik tersebut dijumpai hampir di setiap rumah tangga karena barang-barang tersebut biasa digunakan untuk kebutuhan sehari-hari atau dianggap penting bagi setiap rumah tangga. Sedangkan data mengenai berat dan usia pakai barang elektronik diperoleh

dari hasil rata-rata kuesioner untuk tiap barang elektronik. Misalnya, untuk TV saja memiliki berbagai ukuran, setiap ukuran TV memiliki berat yang berbeda-beda. Dapat dilihat pula pada kulkas yang memiliki berbagai ukuran, mulai dari kulkas yang paling kecil, kulkas sedang dengan satu pintu dan kulkas besar yang memiliki satu maupun dua pintu. Sedangkan untuk usia pakai, setiap rumah tangga memiliki usia pakai barang elektronik yang berbeda-beda dengan rumah tangga lainnya. Misalnya rumah tangga A biasanya menggunakan kulkas selama 7 tahun yang kemudian menggantinya dengan yang baru dengan alasan rusak atau ingin berganti model. Sedangkan rumah tangga B menggunakan kulkas selama 8 dengan alasan yang sama pula atau mungkin berbeda. Dari perbedaan berat dan usia pakai tiap jenis barang elektronik tersebut kemudian peneliti mengambil rata-rata yang selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Sampling

Jenis Barang Elektronik	Jumlah Barang Elektronik (unit)	Berat (kg)	Rata-rata Usia Pakai (tahun/unit)
TV	70	11,25	8
Handphone	117	0,5	4
Kipas Angin	48	7,5	4
Setrika	38	2	5
Rice Cooker	37	2	4
Kulkas	31	48	8
AC	18	18,5	5
DVD/VCD	14	8,5	5
Mesin Cuci	27	65	7
Laptop	28	3	5
Mouse	33	1	2
Komputer	11	10	3
Blender	24	2	3
Dispenser	14	6	2
Printer	9	7	5
Telepon	7	5	6
Microwave	6	19	4
Kamera	15	1	4
Radio	27	5	5
Lampu	385	0,5	2
Vacuum Cleaner	12	13	2
Pengering Rambut	15	1	3
Mixer	18	2	3
Mesin Jahit	6	17	5
Lainnya	10	5	2



Gambar 4.1 Banyaknya Barang Elektronik Hasil Sampling

4.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan adalah data jumlah penduduk Kota Yogyakarta khususnya bagian Utara yang diperoleh dari BPS secara online dengan cara mengakses *web* BPS Kota Yogyakarta. Jumlah penduduk yang diperlukan adalah jumlah penduduk 8 tahun kebelakang, data ini nantinya akan digunakan sebagai dasar penentuan proyeksi penduduk beberapa tahun kedepan. Data jumlah penduduk ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kota Yogyakarta bagian Utara 8 Tahun Terakhir

Tahun	Jumlah Penduduk
2011	179727
2012	181249
2013	181962
2014	182635
2015	185538
2016	186573
2017	188826
2018	190217

Sumber: Kota Yogyakarta dalam Angka 2019

4.3 Estimasi Timbulan Sampah Elektronik

Untuk menghitung estimasi timbulan sampah elektronik, ada beberapa data yang diperlukan, yaitu banyaknya tiap jenis barang elektronik, berat tiap jenis barang elektronik, dan rata-rata usia pakai tiap jenis barang elektronik. Data-data

ini diperoleh dari hasil sampling yang telah dilakukan sesuai pada Tabel 4.2. Perhitungan estimasi timbulan sampah elektronik dihitung berdasarkan persamaan (2), dimana jumlah sampel yang diperoleh adalah 44 KK dengan jumlah KK total sebanyak 38.043 KK berdasarkan Tabel 4.1, untuk lebih jelasnya hasil perhitungan mengenai estimasi timbulan sampah elektronik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Estimasi Timbulan Sampah Elektronik Rumah Tangga di Kota Yogyakarta bagian Utara

Jenis Barang Elektronik	Jumlah Barang Elektronik (unit)	Rata-rata Barang Elektronik (unit/KK)	Total Barang Elektronik (unit)	Berat (kg)	Rata-rata Usia Pakai (tahun/unit)	Estimasi Jumlah Sampah Elektronik (kg/tahun)	Estimasi Timbulan Sampah Elektronik (kg/KK.tahun)
	A	B = A/44	C = B*38043	D	E	F = (C*D)/E	G = ΣF/38043
TV	70	2	60524	11,25	8	85111,30	
Handphone	117	3	101161	0,5	4	13794,66	
Kipas Angin	48	1	41502	7,5	4	77816,05	
Setrika	38	1	32856	2	5	13142,27	
Rice Cooker	37	1	31991	2	4	15995,52	
Kulkas	31	1	26803	48	8	154387,03	
AC	18	0	15563	18,5	5	57583,87	
DVD/VCD	14	0	12105	8,5	5	22047,88	
Mesin Cuci	27	1	23345	65	7	227611,93	
Laptop	28	1	24209	3	5	15563,21	
Mouse	33	1	28533	1	2	17119,53	
Komputer	11	0	9511	10	3	35665,69	
Blender	24	1	20751	2	3	13833,96	27,94
Dispenser	14	0	12105	6	2	36314,15	
Printer	9	0	7782	7	5	11672,41	
Telepon	7	0	6052	5	6	5043,63	
Microwave	6	0	5188	19	4	26881,91	
Kamera	15	0	12969	1	4	3537,09	
Radio	27	1	23345	5	5	25012,30	
Lampu	385	9	332880	0,5	2	83219,94	
Vacuum Cleaner	12	0	10375	13	2	67440,57	
Pengering Rambut	15	0	12969	1	3	4323,11	
Mixer	18	0	15563	2	3	10375,47	
Mesin Jahit	6	0	5188	17	5	17638,30	
Lainnya	10	0	8646	5	2	21615,57	
			Total			1062747,37	

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.4 dapat diketahui rata-rata potensi timbulan sampah elektronik untuk tiap KK adalah 27,94 kg/KK.tahun atau setara dengan 5,64 kg/orang.tahun. Jika dibandingkan dengan negara lain, rata-rata potensi timbulan sampah elektonik di Indonesia memang lebih sedikit. Rata-rata potensi timbulan sampah elektronik di Hongkong sebesar 11,5 kg/orang.tahun (Chung dkk, 2011) dan di Uni Eropa sebesar 20 kg/orang.tahun. Hal ini dikarenakan di Indonesia barang elektronik yang telah rusak diperbaiki kembali oleh sebagian besar masyarakat sehingga dapat memperpanjang usia pakai dari barang elektronik tersebut. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada subab 4.6 mengenai metode pengelolaan sampah elektronik yang telah dilakukan masyarakat. Di sisi lain, menurut Febriana (2012), jumlah penduduk yang banyak juga mengakibatkan pola hidup masyarakat yang konsumtif. Semakin besar tingkat konsumtif suatu masyarakat, maka jumlah sampah yang dihasilkan akan semakin meningkat pula.

4.4 Proyeksi Penduduk

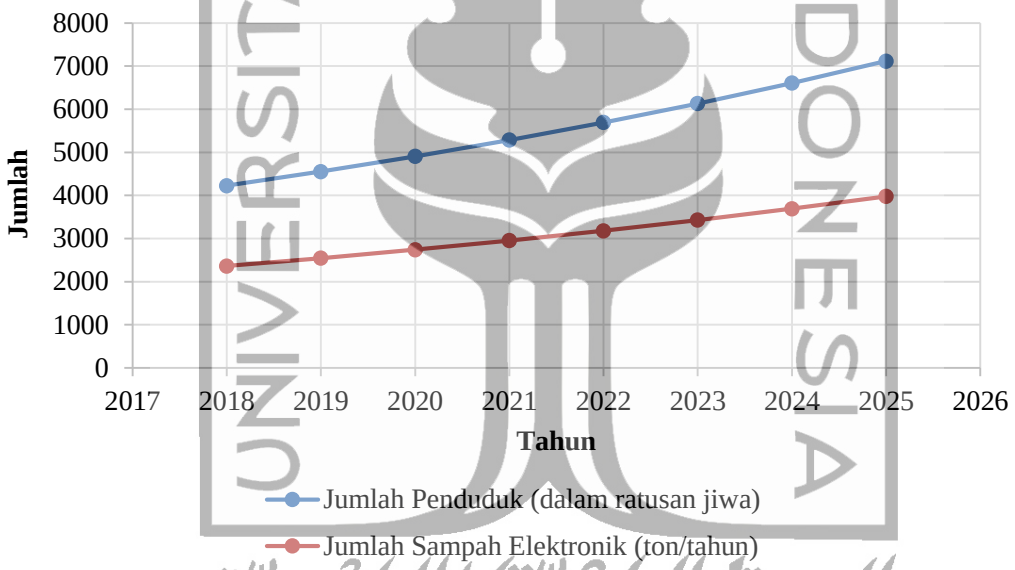
Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, terdapat 3 metode yang digunakan dalam proyeksi penduduk yaitu metode aritmatik, geometrik, dan *least square*. Metode yang menghasilkan standar deviasi terkecil (mendekati nol) pada *Backward Projection* selanjutnya akan digunakan sebagai metode proyeksi penduduk. Setelah dilakukan perhitungan proyeksi mundur menggunakan persamaan (3), (4), (5), (6), dan (7), diperoleh perbandingan untuk nilai standar deviasi yang kemudian diperoleh hasil metode geometrik dengan standar deviasi terkecil selanjutnya dipilih untuk menentukan perhitungan proyeksi maju hingga tahun 2025. Hasil perhitungan standar deviasi untuk proyeksi penduduk mundur dengan 3 metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 sedangkan perhitungan masing-masing metode dan proyeksi penduduk maju akan dicantumkan pada Lampiran 2.

Tabel 4.5 Standar Deviasi 3 Metode Proyeksi Penduduk Mundur

Tahun	Jumlah Penduduk	Proyeksi Penduduk Aritmatik	Proyeksi Penduduk Geometrik	Proyeksi Penduduk *Least Square*
2011	179727	179727	181053	80266
2012	181249	181226	182334	98990
2013	181962	182724	183625	117714
2014	182635	184223	184925	136438
2015	185538	185721	186234	155162
2016	186573	187220	187552	173887
2017	188826	188718	188880	192611
2018	190217	190217	190217	211335
Standar Deviasi		3454,746	3165,696	57838,877

4.5 Estimasi Jumlah Sampah Elektronik

Setelah dilakukan proyeksi penduduk untuk Kota Yogyakarta bagian Utara pada tahun 2019-2025, kemudian dapat dihitung estimasi jumlah sampah elektronik yang dihasilkan masyarakat khususnya di rumah tangga. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, seiring meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan meningkatnya pula jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat. Hal ini dapat dilihat dari hubungan jumlah penduduk dengan estimasi jumlah sampah elektronik di Kota Yogyakarta bagian Utara dari tahun 2019-2025 pada Gambar 4.2 dan perhitungannya pada Lampiran 3. Pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa estimasi jumlah sampah elektronik rumah tangga yang dihasilkan di Kota Yogyakarta bagian Utara pada tahun 2025 adalah sebesar 1.117 ton/tahun dengan jumlah penduduk 199.845 jiwa. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Syahiq dkk (2016), potensi timbulan sampah elektronik di daerah tersebut pada tahun 2025 sebesar 1.067 ton/tahun dengan jumlah penduduk 185.808 jiwa. Hal ini semakin memperkuat pernyataan bahwa semakin tinggi jumlah penduduk akan semakin tinggi pula jumlah sampah yang dihasilkan.



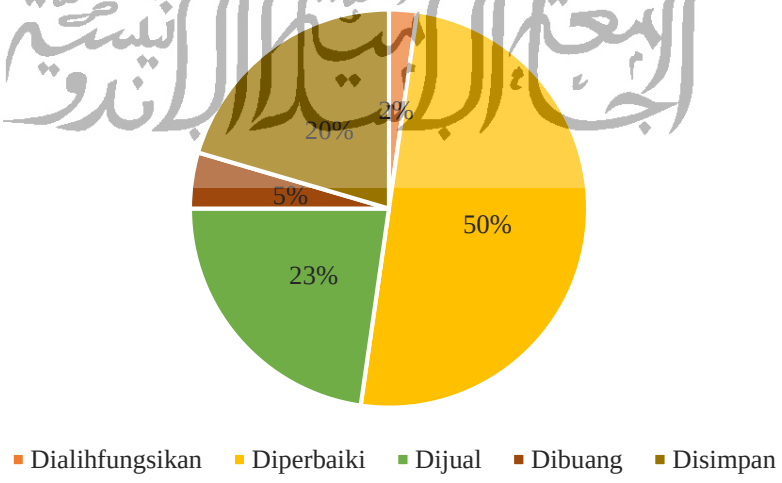
Gambar 4.2 Potensi Timbulan Sampah Elektronik Rumah Tangga di Kota Yogyakarta bagian Utara

4.6 Metode Pengelolaan Sampah Elektronik

Metode pengelolaan sampah elektronik yang dipilih untuk digunakan sampling berasal dari beberapa penelitian terdahulu tentang *e-waste* rumah tangga, seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dari beberapa penelitian tersebut kemudian dilakukan analisa metode yang sesuai dengan kondisi yang terjadi di wilayah penelitian. Setelah dilakukan sampling kepada 44 KK di wilayah penelitian mengenai metode pengelolaan sampah elektronik yang telah dilakukan oleh masyarakat, kemudian diperoleh hasilnya yang dapat dilihat pada Gambar 4.3,

sedangkan untuk banyaknya masing-masing metode dapat dilihat pada Lampiran 4. Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa metode pengelolaan sampah elektronik yang paling banyak dilakukan adalah diperbaiki dengan persentase sebesar 50%, sedangkan metode yang paling sedikit adalah dialihfungsikan dengan persentase sebesar 2%. Hal ini terjadi karena masyarakat lebih memilih untuk memperbaiki terlebih dahulu barang elektronik mereka yang rusak selagi masih dapat diperbaiki guna memperpanjang usia pakai barang elektronik tersebut. Apabila barang elektronik tersebut tidak dapat diperbaiki, mereka akan menjualnya kepada pengepul barang bekas yang lewat di sekitar rumah mereka. Namun apabila barang elektronik tersebut tidak laku, masyarakat lebih memilih untuk menyimpannya. Setelah dirasa terlalu lama disimpan dan dianggap tidak berguna barulah mereka membuang barang elektronik tersebut. Sangat sedikit masyarakat yang menerapkan metode alihfungsi karena mereka menganggap bahwa barang yang sudah rusak tidak dapat digunakan kembali.

Penelitian mengenai metode pengelolaan sampah elektronik juga pernah dilakukan sebelumnya oleh Syahiq dkk (2016) di Kota Sungguminasa, Kabupaten Gowa. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil metode pengelolaan sampah elektronik terbanyak yang telah dilakukan oleh masyarakat di daerah tersebut adalah dialihfungsikan dengan persentase 55%, dan yang terkecil adalah dibuang dengan persentase 9%. Hal ini dikarenakan masyarakat di daerah tersebut lebih memilih memanfaatkan barang elektronik mereka yang sudah tidak terpakai menjadi fungsi yang berbeda dengan fungsi sebelumnya. Berbeda dengan negara maju, negara maju dapat mengelola sampah elektronik secara efektif karena rata-rata umur barang-barang elektronik yang tidak terlalu panjang. Hal ini dikarenakan tidak banyaknya tempat servis dan pasar barang bekas di negara maju, contohnya Portugal, mereka beranggapan bahwa barang elektronik lebih murah jika membeli baru daripada mereparasinya. Jika dibandingkan antara penelitian ini dan penelitian Syahiq serta kondisi di negara maju tersebut terdapat perbedaan yang sangat mencolok, hal ini menunjukkan bahwa masih rendahnya pengetahuan masyarakat Indonesia mengenai sampah elektronik, khususnya metode apa yang sebaiknya dilakukan. Salah satu upaya pencegahan untuk mengatasi permasalahan sampah elektronik ini adalah belajar dari negara lain yang telah menerapkan sistem pengelolaan sampah elektronik.



Gambar 4.3 Persentase Metode Pengelolaan Sampah Elektronik

4.7 Analisis Potensi Daur Ulang Sampah Elektronik

Sebelum membahas mengenai analisis potensi daur ulang sampah elektronik, pada bagian ini akan dijelaskan mengenai jenis B3 yang terkandung di dalam sampah elektronik yang dapat dilihat pada Tabel 4.5. Seperti yang telah diketahui bersama bahwa segala sesuatu yang mengandung B3 memiliki dampak yang buruk khususnya bagi kesehatan manusia. Menurut Kiddee dkk (2013) kandungan dalam sampah elektronik pada Tabel 4.6 memiliki potensi dampak terhadap kesehatan manusia, yaitu beracun, karsinogenik dan kronik; menyebabkan penyakit kulit, berilikosis, kanker paru, pembengkakan otak, otot lemah, kerusakan jantung, hati dan limpa, otak, janin, gangguan hormon, ginjal dan mata.

Tabel 4.6 Jenis B3 yang terkandung di dalam Sampah Elektronik

Jenis Kandungan B3	Komponen Elektronik yang mengandung B3
Antimony (Sb)	Kaca monitor TV/komputer (CRT), plastik kerangka (rumah) pada komputer, campuran pateri (solder) pada kabel
Arsenic (As)	*Light Emitting Diodes* (LED)
Barium (Ba)	Busi, CRT
Beryllium (Be)	Kotak *power*, *motherboards*
BFRs	PCB, plastik kerangka (rumah) elektronik dan kabel
Cadmium (Cd)	Chip semikonduktor, pendeteksi infra merah, tinta dan toner pada printer
Chromium VI (Cr VI)	Plastik rumah komputer, kabel, *hard disc*, pigmen warna
Lead (Pb)	Pateri (solder), CRT, kabel, PCB tabung *flourescent*
Mercury (Hg)	*Backlight bulbs/lamps*, *flat panel displays*, saklar dan *thermostat*
Nickel (Ni)	Rumah komputer, CRT dan PCB
Selenium (Se)	Mesin fotokopi (tipe lama)
PCBs	Kondensor, transformer dan cairan penghantar panas
PVC	Monitor, *keyboard*, kabel, dan plastik rumah komputer

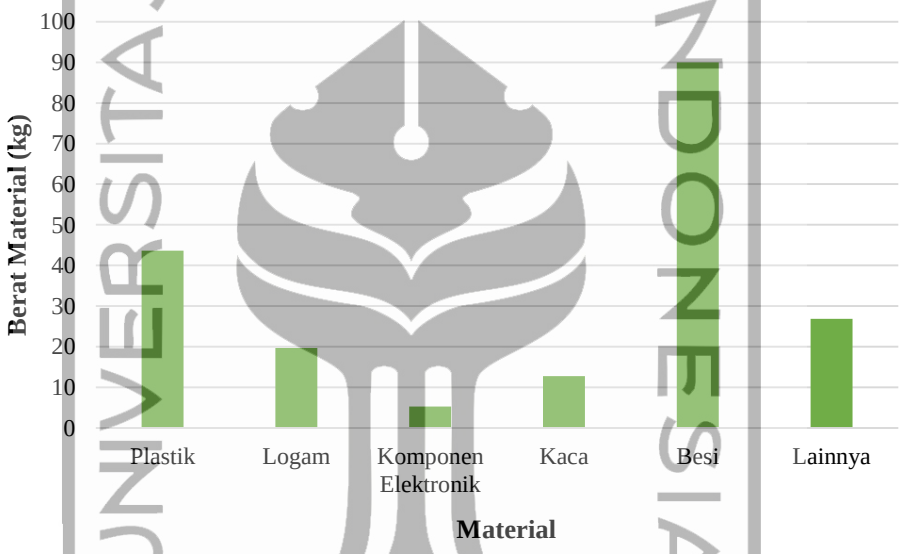
Sumber: Pucket dan Smith (2002); Kiddee dkk. (2013)

Selanjutnya pada bagian ini akan dilakukan identifikasi komposisi barang elektronik dan menghitung nilai ekonomi daur ulang pada barang elektronik. Barang elektronik yang dipilih untuk dihitung nilai ekonominya adalah barang elektronik hasil sampling yaitu pada tahun 2018 yang hampir sebagian besar dimiliki oleh setiap rumah tangga atau yang biasa disebut *home appliances*. Menurut *European Committee of Domestic Equipment Manufacturers* yang membahas tentang *Material Flows of the Home Appliances Industry*, ada 15 kategori yang termasuk dalam *home appliances*, namun dalam penelitian ini hanya akan dibahas 13 kategori karena ada beberapa barang elektronik yang tidak dimiliki oleh sebagian besar masyarakat Indonesia khususnya Kota Yogyakarta bagian Utara. Barang elektronik yang termasuk dalam 13 kategori tersebut adalah AC, *fridges* (kulkas), *kitchen appliances* (blender, *mixer*, *rice cooker*), *household heating & ventilation* (kipas angin), *washing machine* (mesin cuci), *microwave*, *personal care* (pengering rambut), *vacuum cleaner*, *other small household* (setrika), *handphone*, lampu, TV, dan komputer. Namun untuk informasi mengenai *handphone*, lampu, TV, dan komputer diperoleh dari *Agbogbloshie Makerspace*

Platform (AMP). Komposisi berat material sampah elektronik dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Pengambilan material pada barang elektronik dilakukan dengan cara memisahkan tiap jenis material. Setelah dilakukan pemisahan, dilakukan perlakuan terhadap masing-masing material. Misalnya, bahan plastik dan kaca digiling dan dijadikan sebagai bahan dasar plastik dan kaca yang dapat digunakan kembali. Untuk komponen lain yang sudah tidak dapat digunakan selanjutnya akan dibuang ke TPA.

Nilai potensi daur ulang sampah elektronik ini dihitung agar nantinya masyarakat setempat mengetahui nilai ekonomi dari sampah elektronik yang mereka miliki. Diharapkan untuk kedepannya masyarakat tidak hanya menyimpan maupun membuang barang elektronik yang sudah tidak digunakan tetapi melakukan metode lain seperti daur ulang sehingga tidak hanya dilihat dari nilai ekonomisnya, tetapi juga tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan khususnya sampah elektronik ini yang tergolong limbah B3.



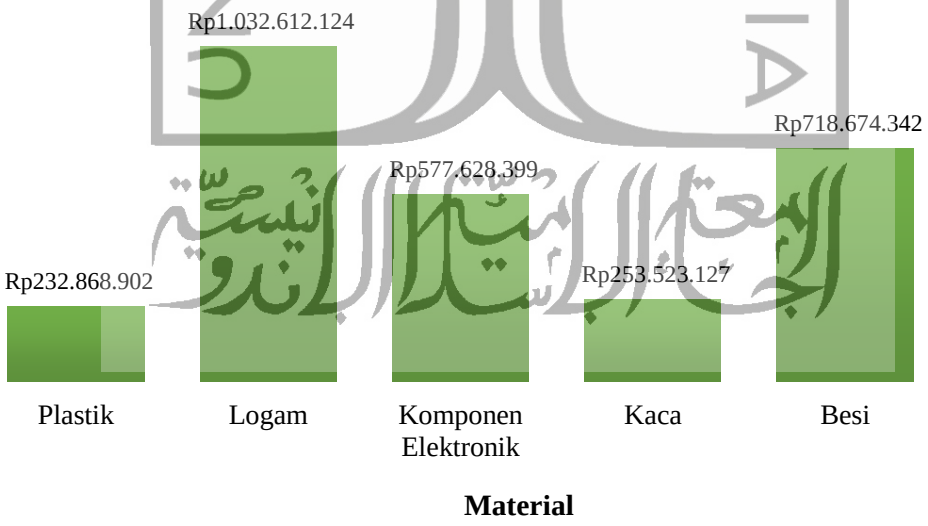
Gambar 4.4 Komposisi Berat Material yang terkandung dalam Sampah Elektronik

Berdasarkan Gambar 4.4 diatas dapat diketahui bahwa material besi memiliki nilai komposisi berat paling tinggi diantara material yang lain karena hampir sebagian besar barang elektronik tersusun dari material besi. Namun justru komponen elektroniknya paling sedikit karena komponen tersebut berfungsi sebagai komponen utama dalam suatu barang elektronik dimana bentuk fisiknya lebih kecil dibandingkan dengan material penyusun barang elektronik lainnya. Biasanya komponen elektronik tersebut lebih banyak tertutupi oleh material penyusun lain seperti plastik dan kaca karena jika komponen elektronik tersebut terjadi kerusakan sedikit mengakibatkan suatu barang elektronik tidak dapat berfungsi.

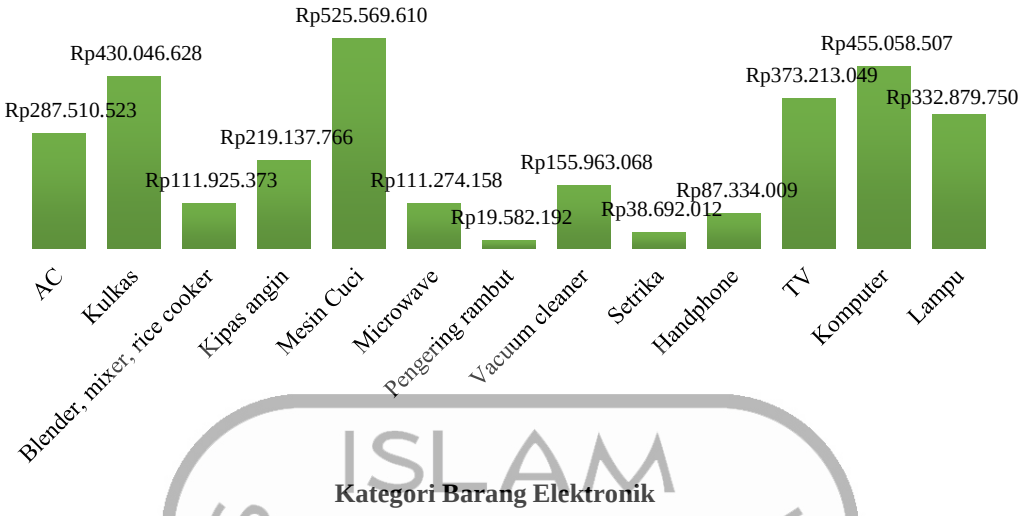
Setelah diketahui berat tiap material, kemudian dilakukan perhitungan potensi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik. Potensi nilai ekonomi daur ulang tiap material dapat dilihat pada Gambar 4.5, sedangkan untuk potensi nilai ekonomi daur ulang tiap barang elektronik dapat dilihat pada Gambar 4.6. Pada Gambar 4.5 dapat

diketahui bahwa material logam memiliki nila ekonomi daur ulang paling tinggi, berbeda dengan Gambar 4.4 yang menunjukkan bahwa logam berada pada urutan ketiga terbanyak. Hal ini dikarenakan pengaruh nilai jual tiap material. Meskipun pada Gambar 4.4 material besi memiliki nilai tertinggi namun tidak membuat besi mempunyai nilai ekonomi tertinggi karena nilai jual besi lebih rendah daripada logam. Begitu pula dengan nilai ekonomi daur ulang plastik yang memiliki nilai ekonomi daur ulang paling rendah dikarenakan harga jual plastik paling rendah diantara harga jual material lain. Meskipun pada Gambar 4.4 komponen elektronik memiliki komposisi berat paling rendah, namun nilai ekonomi daur ulangnya masih lebih tinggi dibandingkan dengan plastik, hal ini dikarenakan komponen elektronik memiliki nilai jual yang lebih tinggi bahkan tertinggi diantara nilai jual material lain. Sedangkan pada Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa mesin cuci memiliki nilai ekonomi daur ulang paling tinggi karena komponen penyusun terbesar mesin cuci adalah besi, dimana besi memiliki nilai jual tidak terlalu rendah. Sedangkan pengering rambut memiliki nilai ekonomi daur ulang paling rendah karena sebagian besar penyusun pengering rambut adalah material plastik, dimana telah diketahui bahwa plastik memiliki nilai jual paling rendah diantara material yang lain, untuk lebih jelasnya mengenai harga jual tiap material dan potensi nilai ekonominya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel perhitungan mengenai potensi daur ulang sampah elektronik ini dapat dilihat pada Lampiran 3. Untuk data nilai jual 5 kategori material (plastik, logam, kaca, komponen elektronik, dan besi) diperoleh dari penelitian sebelumnya tentang pemulung dan pengepul di TPA Piyungan. Dalam penelitian tersebut terdapat harga jual berbagai jenis barang bekas di TPA Piyungan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan pengelolaan sampah elektronik yang sesuai maka sampah elektronik dapat memiliki potensi ekonomi yang cukup besar.



Gambar 4.5 Potensi Nilai Ekonomi Daur Ulang tiap Material



Gambar 4.6 Potensi Nilai Ekonomi Daur Ulang tiap Sampah Elektronik

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

"Halaman ini sengaja dikosongkan"